

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA



**Facultad de Ciencias**

**Escuela Profesional de Ciencias Biológicas**



## TESIS

“Crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” etapa de levante cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy. 2018.”

Presentada por:

**LIZ KAREN PORTEROS JUAREZ**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**BIÓLOGO**

Línea de investigación:

**AGROINDUSTRIA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA**

Sub línea de investigación:

**PRODUCCION ANIMAL**

PIURA, PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLOGICAS**

**“Crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” etapa de  
levante cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy. 2018.”**

**Línea de investigación:** Agroindustria y seguridad  
alimentaria



---

**Blgo. Juan Agapito Martínez Mendoza M.Sc**  
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS



---

**Blgo. Santiago Coronel Chávez M.Sc**  
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS



---

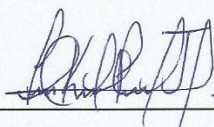
**Ing. Juan Manuel Tume Ruiz M.Sc**  
VOCAL DE JURADO DE TESIS



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLOGICAS**

**“Crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” etapa de  
levante cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy. 2018.”**

**Línea de investigación:** Agroindustria y seguridad alimentaria



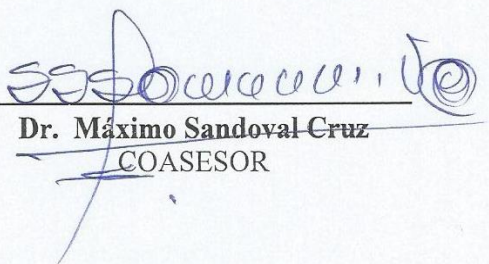
---

**Br. Liz Karen Porteros Juárez**  
EJECUTOR



---

**Blgo. Ronald Wilmer Marcial Ramos M.Sc**  
ASESOR



---

**Dr. Máximo Sandoval Cruz**  
COASESOR



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE CIENCIAS



## ACTA DE SUSTENTACIÓN 007-2019-D-FC-UNP

### FACULTAD DE CIENCIAS

Los Miembros del Jurado Calificador que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada **"CRECIMIENTO DE OREOCHROMIS NILOTICUS "TILAPIA NILÓTICA" ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY. 2018"**, presentada por la señorita Bachiller **LIZ KAREN PORTEROS JUÁREZ**, con el asesoramiento del **Blgo. Ronald Wilmer Marcial Ramos, MSc.** y Co-asesor **Dr. Máximo Sandoval Cruz**; oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, la declaran:

APROBADA (X)

DESAPROBADA ( )

Con la mención de:

**SOBRESALIENTE**

☒ En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**.

☒ En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el **TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO**; después que la sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 24 enero del 2019.

  
**Blgo. JUAN AGAPITO MARTÍNEZ MENDOZA, MSc.**  
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

  
**Blgo. SANTIAGO CORONEL CHÁVEZ, M.Sc.**  
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS

  
**Ing. JUAN MANUEL TUME RUIZ, M.Sc.**  
VOCAL DE JURADO DE TESIS



Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla  
PIURA - PERU



## ***DEDICATORIA***

*A mis padres que son mi guía y mi apoyo  
en todo momento; quienes hicieron de mí,  
una persona sencilla, fuerte, con mucha fe y  
perseverancia; a mi hermana que con su  
ejemplo y su cariño crearon en mí un  
incentivo a seguir adelante.*

## ***AGRADECIMIENTOS***

A Dios todopoderoso por cuidarme y bendecirme cada día, por otorgarme sabiduría en todo momento para tomar decisiones a lo largo de mi vida y por las fuerzas para salir adelante.

A mi padre Emilio Porteros Irribarren y mi madre Beatriz Juárez Sosa, por enseñarme el valor de las cosas, por su apoyo a lo largo de mi carrera profesional, por sus consejos, por siempre darnos lo mejor a mi hermana y a mí a lo largo de toda nuestra vida, por quien soy, por su ayuda incondicional en cada paso que doy, quienes hicieron que todo esto sea posible.

A mi hermana Marianela, quien con su ejemplo, su cariño; me motiva a seguir adelante.

Al Ing. Julio César Valiente Gómez por su ejemplo de fortaleza, su apoyo en cada momento de mi vida y sus consejos los cuales incentivan en mí el deseo de mejorar cada día.

A mis amigos de Certificaciones del Perú S.A por preocuparse en mi desarrollo como profesional, al Blgo. Alex Richard Bermejo Córdova, por su interés y su apoyo durante la ejecución de esta investigación; a la Blgo. Doris Pahuara por su ayuda y su apoyo en este proyecto; al Blgo. Mirko Ángel Ancajima Espinoza, quien fue mi apoyo y con quien afronté momentos de mucha dedicación durante la investigación.

Al Arq. David García, por su apoyo, por su incentivo a realizarme como profesional

A mis amigas la Blgo. Tatiana Samaniego Navarro, quién con su ejemplo, me incentiva a ser mejor cada día. A la Blgo. Sharon Stefany Rangel Zevallos, quién me dio su apoyo en cada momento. A la Blgo. Claudia Manayay Guevara por su ejemplo de superación en cada momento.

Al Ing. Julio César Zapata Flores especialista en crianza de tilapia (Aquaperú) por su apoyo y sus recomendaciones en la presente investigación.

A mis asesores Dr. Ing. Máximo Sandoval Cruz y el Blgo. Ronald Marcial Ramos, por mi preparación y por su apoyo incondicional y desinteresado, quienes estuvieron pendiente en cada momento de esta investigación; al Ing. Harold Sánchez, quien con su ayuda logramos atenuar dudas presentes en el camino de mi investigación; al señor Cruz por su apoyo en el campo para sacar adelante esta investigación; y a quienes de una u otra manera me apoyaron en cada momento.

# INDICE

CONTENIDO	PAG.
INDICE DE TABLAS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
INDICE DE ANEXOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....	3
1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1.2 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.4 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION.....	4
II. MARCO TEORICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	5
2.2 BASES TEORICAS.....	7
2.2.1 SISTEMA DE CULTIVO.....	10
2.2.1.1 SEGÚN LA DENSIDAD DE CARGA Y EL MANEJO.....	10
2.2.1.2 POR EL NUMERO DE ESPECIES.....	10
2.2.1.3 POR EL NIVEL DE PRODUCCION.....	11
2.2.1.4 SEGÚN EL MEDIO EN QUE SE DESARROLLA.....	11
2.2.2 INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO.....	11
2.2.2.1 CULTIVO DE ESTANQUES.....	12
2.2.3 PARAMETROS DE CULTIVO.....	13
2.2.3.1 TEMPERATURA.....	13
2.2.3.2 OXIGENO DISUELTO.....	13
2.2.3.3 POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH).....	15
2.2.3.4 TRANSPARENCIA.....	15

2.2.4 ETAPA DE LEVANTE.....	16
2.2.5 CALIDAD DE AGUA PARA LA ETAPA DE LEVANTE.....	16
2.2.6 SUMINISTRO DE AGUA.....	17
2.2.7 FUNCIONAMIENTO DE LA ETAPA DE LEVANTE.....	17
2.2.7.1 PREPARACION DEL ESTANQUE.....	17
2.2.7.2 VARIABILIDAD DE DENSIDAD DE SIEMBRA.....	19
2.2.7.3 TASA DE ALIMENTACION.....	19
2.2.7.4 ALIMENTACION.....	20
2.2.8 EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO.....	24
2.3 GLOSARIO DE TERMINOS BASICOS.....	25
2.4 MARCO REFERENCIAL.....	29
2.5 HIPOTESIS.....	31
III. MARCO METODOLOGICO.....	32
3.1 ENFOQUE Y DISEÑO.....	32
3.2 SUJETOS DE LA INVESTIGACION.....	32
3.2.1 DISTRIBUCION DE LA ESPECIE.....	32
3.2.2 CARACTERISTICAS GENERALES.....	33
3.2.3 CARACTERISTICAS BIOLOGICAS.....	33
3.2.4 CICLO DE VIDA.....	33
3.3 METODOS Y PROCEDIMIENTOS.....	35
3.3.1 ACONDICIONAMIENTO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.....	35
3.3.2 SELECCIÓN DE LA POBLACION.....	37
3.3.3 SIEMBRA DE <i>Oreochromis niloticus</i> .....	38
3.3.4 DENSIDAD DE SIEMBRA.....	38
3.3.5 ALIMENTO Y ALIMENTACION.....	38
3.3.6 LIMPIEZA PERIODICA DE ESTANQUES.....	40
3.3.7 EVALUACIONES DE CRECIMIENTO.....	40
3.3.7.1 DETERMINACION BIOMETRICA.....	40



3.3.7.2 REGISTRO DE PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DURANTE LA INVESTIGACION.....	41
3.3.7.3 ANALISIS E INTERPRETACION DE PARAMETROS.....	42
3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	46
4.1 RESULTADOS.....	46
4.2 DISCUSION.....	71
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	84
ANEXOS.....	93

## INDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PAG.
<b>TABLA 2.1</b> EFECTO DEL OXIGENO DISUELTO	<b>14</b>
<b>TABLA 2.2</b> TASA DE ALIMENTACION PARA TILAPIA	<b>20</b>
<b>TABLA 2.3</b> FRECUENCIA ALIMENTICIA PARA TILAPIA	<b>21</b>
<b>TABLA 2.4</b> REQUERIMIENTO DE PROTEINA PARA TILAPIA	<b>23</b>
<b>TABLA 3.5</b> TALLAS Y PESOS ESTIMADOS PARA CADA ETAPA DE VIDA DE LA TILAPIA	<b>34</b>
<b>TABLA 3.6</b> DENSIDADES, INDIVIDUOS/M <sup>2</sup> Y NUMERO DE REPETICIONES POR TRATAMIENTO	<b>38</b>
<b>TABLA 3.7</b> PROGRAMA DE ALIMENTACION RECOMENDADO (FUENTE: GISIS S.A)	<b>39</b>
<b>TABLA 3.8</b> ESPECIFICACIONES NUTRICIONALES (FUENTE: GISIS S.A)	<b>39</b>
<b>TABLA 4.1</b> ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PESOS PROMEDIO EN LA SIEMBRA DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DECURUMUY.2018.	<b>46</b>
<b>TABLA 4.2</b> VALORES PROMEDIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CRECIMIENTO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>46</b>
<b>TABLA 4.3</b> CRECIMIENTO EN PESO PROMEDIO (g) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>47</b>
<b>TABLA 4.4</b> ANALISIS DE VARIANZA DEL CRECIMIENTO EN PESO PROMEDIO (G) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DECURUMUY.2018.	<b>47</b>
<b>TABLA 4.5</b> TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO PROMEDIO (g/DIA) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>49</b>
<b>TABLA 4.6</b> ANALISIS DE VARIANZA DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO PROMEDIO (g/DIA) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DECURUMUY.2018.	<b>50</b>
<b>TABLA 4.7</b> BIOMASA PROMEDIO (Kg) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>51</b>
<b>TABLA 4.8</b> ANALISIS DE VARIANZA DE LA BIOMASA PROMEDIO (Kg) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A	

	DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	51
<b>TABLA 4.9</b>	CRECIMIENTO EN LONGITUD PROMEDIO (cm.) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DE DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	53
<b>TABLA 4.10</b>	ANALISIS DE VARIANZA DEL CRECIMIENTO EN LONGITUD PROMEDIO (cm) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	53
<b>TABLA 4.11</b>	TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN LONGITUD PROMEDIO (cm/DIA) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	55
<b>TABLA 4.12</b>	ANALISIS DE VARIANZA DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN LONGITUD PROMEDIO (cm/DIA) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	55
<b>TABLA 4.13</b>	FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	57
<b>TABLA 4.14</b>	ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	57
<b>TABLA 4.15</b>	PRODUCCION PROMEDIO (Kg/m <sup>2</sup> ) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	59
<b>TABLA 4.16</b>	ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION PROMEDIO (Kg/m <sup>2</sup> ) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	59
<b>TABLA 4.17</b>	SUPERVIVENCIA (%) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	61
<b>TABLA 4.18</b>	ANALISIS DE VARIANZA DE LA SUPERVIVENCIA PROMEDIO (%) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	61
<b>TABLA 4.19</b>	FACTOR DE CONDICION (K) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	63
<b>TABLA 4.20</b>	ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR DE CONDICION (K) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	63
<b>TABLA 4.21</b>	VALORES PROMEDIOS DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA OBTENIDOS EN LA EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS	

<b>TABLA 4.22</b>	CORRELACION DE PEARSON ENTRE LOS PARAMETROS DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA” Y LOS PARAMETROS AMBIENTALES, AL UTILIZAR LA DENSIDAD 15 PECES/m <sup>2</sup> ETAPA LEVANTE EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>67</b>
-------------------	---	-----------

<b>TABLA 4.23</b>	CORRELACION DE PEARSON ENTRE LOS PARAMETROS DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA” Y LOS PARAMETROS AMBIENTALES, AL UTILIZAR LA DENSIDAD 30 PECES/m <sup>2</sup> ETAPA LEVANTE EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>69</b>
-------------------	---	-----------



## INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAG.
<b>FIGURA 1.1</b> UBICACION DE LA ESTACION DE BIOECOLOGIA SAN JUAN DE CURUMUY	4
<b>FIGURA 2.2.</b> PARTES DE UN ESTANQUE	12
<b>FIGURA 3.1.</b> UNIDADES EXPERIMENTALES	35
<b>FIGURA 3.2.</b> PREPARACION DE INGRESO Y SALIDA DEL AGUA	35
<b>FIGURA 3.3.</b> TUBOS DE ENTRADA Y SALIDA DE AGUAS DETERIORADOS	36
<b>FIGURA 3.4.</b> CAMBIO DE TUBOS DETERIORADOS	36
<b>FIGURA 3.5.</b> DESAGUADO DE ESTANQUES	36
<b>FIGURA 3.6.</b> MONJES EN MAL ESTADO	36
<b>FIGURA 3.7.</b> LIMPIEZA DE ESTANQUES	36
<b>FIGURA 3.8.</b> DESINFECCION DE ESTANQUES	36
<b>FIGURA 3.9.</b> SELECCIÓN DE EJEMPLARES	37
<b>FIGURA 3.10.</b> SELECCIÓN DE INDIVIDUOS CON 6 g DE PESO PROMEDIO	37
<b>FIGURA 3.11.</b> CAPTURA DE <i>Oreochromis niloticus</i>	38
<b>FIGURA 3.12.</b> JUVENILES DE TILAPIA NILOTICA EN TINAS Y BALDES	38
<b>FIGURA 3.13.</b> ALIMENTO PISCIS	40
<b>FIGURA 3.14.</b> ALIMENTACION AL VOLEO	40
<b>FIGURA 3.15.</b> LIMPIEZA DE FILTROS	40
<b>FIGURA 3.16.</b> BIOMETRIA (TALLA) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”	41
<b>FIGURA 3.17.</b> BIOMETRIA (PESO) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”	41
<b>FIGURA 3.18.</b> TERMOHIGOMETRO	42
<b>FIGURA 3.19.</b> MEDIDOR MULTIPARAMETRICO	42
<b>FIGURA 3.20.</b> MEDICION DE TRANSPARENCIA (DISCO SECCHI)	42
<b>FIGURA 4.1.</b> COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO EN PESO PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	48
<b>FIGURA 4.2.</b> CRECIMIENTO EN PESO PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	48

<b>FIGURA 4.3.</b> COMPORTAMIENTO DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO PROMEDIO DURANTE EL CULTIVO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>50</b>
<b>FIGURA 4.4.</b> TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>50</b>
<b>FIGURA 4.5.</b> COMPORTAMIENTO DE LA BIOMASA PROMEDIO DURANTE EL CULTIVO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY .2018.	<b>52</b>
<b>FIGURA 4.6.</b> BIOMASA PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>52</b>
<b>FIGURA 4.7.</b> COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO EN LONGITUD PROMEDIO DURANTE EL CULTIVO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>54</b>
<b>FIGURA 4.8.</b> CRECIMIENTO EN LONGITUD PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>54</b>
<b>FIGURA 4.9.</b> COMPORTAMIENTO DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN LONGITUD PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>56</b>
<b>FIGURA 4.10.</b> TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN LONGITUD PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>56</b>
<b>FIGURA 4.11.</b> COMPORTAMIENTO DEL FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO DURANTE EL CULTIVO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>58</b>
<b>FIGURA 4.12.</b> FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>58</b>
<b>FIGURA 4.13.</b> COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION PROMEDIO DURANTE EL CULTIVO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>60</b>
<b>FIGURA 4.14.</b> PRODUCCION PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>60</b>

- FIGURA 4.15.** COMPORTAMIENTO DE LA SUPERVIVENCIA PROMEDIO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 62
- FIGURA 4.16.** SUPERVIVENCIA PROMEDIO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 62
- FIGURA 4.17.** COMPORTAMIENTO DEL FACTOR DE CONDICION PROMEDIO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 64
- FIGURA 4.18.** FACTOR DE CONDICION PROMEDIO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 64
- FIGURA 4.19.** COMPORTAMIENTO DE LA TEMPERATURA DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 65
- FIGURA 4.20.** COMPORTAMIENTO DEL OXIGENO DISUELTO DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 66
- FIGURA 4.21.** COMPORTAMIENTO DEL pH DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 66
- FIGURA 4.22.** COMPORTAMIENTO DE LA TRANSPARENCIA DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 67
- FIGURA 4.23.** CORRELACION DE PEARSON ENTRE EL PESO OBTENIDO UTILIZANDO UNA DENSIDAD DE 15 PECES/m<sup>2</sup> CON LOS PARAMETROS AMBIENTALES DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 68
- FIGURA 4.24.** CORRELACION DE PEARSON ENTRE LA LONGITUD OBTENIDA UTILIZANDO UNA DENSIDAD DE 15 PECES/m<sup>2</sup> CON LOS PARAMETROS AMBIENTALES DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 68
- FIGURA 4.25.** CORRELACION DE PEARSON ENTRE EL PESO OBTENIDO UTILIZANDO UNA DENSIDAD DE 30 PECES/m<sup>2</sup> CON LOS PARAMETROS AMBIENTALES DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 70
- FIGURA 4.26.** CORRELACION DE PEARSON ENTRE LA LONGITUD OBTENIDA UTILIZANDO UNA DENSIDAD DE 30 PECES/m<sup>2</sup> CON LOS PARAMETROS AMBIENTALES DURANTE EL CULTIVO DE *Oreochromis niloticus* “TILAPIA NILÓTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018. 70

## INDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PAG.
<b>ANEXO 1.</b> FICHA DE MUESTREO PARA PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA	<b>93</b>
<b>ANEXO 2.</b> FICHA DE MUESTREO BIOMETRICO	<b>93</b>
<b>ANEXO 3.</b> FICHA DE MUESTREO DE TEMPERATURA DEL AGUA DEL ESTANQUE	<b>94</b>
<b>ANEXO 4.</b> VALORES PROMEDIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDAS EN EL CRECIMIENTO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A UNA DENSIDAD DE 15 PECES/m <sup>2</sup> EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>95</b>
<b>ANEXO 5.</b> VALORES PROMEDIO DE LOS RESULTADOS OBTENIDAS EN EL CRECIMIENTO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA” ETAPA DE LEVANTE, CULTIVADA A UNA DENSIDAD DE 30 PECES/m <sup>2</sup> EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>96</b>
<b>ANEXO 6.</b> CUADRO GENERAL DE LOS MUESTREOS – PESO	<b>97</b>
<b>ANEXO 7.</b> CUADRO GENERAL DE LOS MUESTREOS – LONGITUD	<b>97</b>
<b>ANEXO 8.</b> PESO Y LONGITUD PROMEDIO DE LOS MUESTREOS TRATAMIENTO1	<b>98</b>
<b>ANEXO 9.</b> PESO Y LONGITUD PROMEDIO DE LOS MUESTREOS TRATAMIENTO2	<b>98</b>
<b>ANEXO 10.</b> DESCRIPTIVOS DEL CRECIMIENTO EN PESO PROMEDIO (g) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>99</b>
<b>ANEXO 11.</b> DESCRIPTIVOS DEL CRECIMIENTO ABSOLUTO (g/DIA) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>99</b>
<b>ANEXO 12.</b> DESCRIPTIVOS DE LA BIOMASA PROMEDIO (kg) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>99</b>
<b>ANEXO 13.</b> DESCRIPTIVOS DE LA LONGITUD PROMEDIO (cm) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>100</b>
<b>ANEXO 14.</b> DESCRIPTIVOS DE LA TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN LONGITUD (cm/DIA) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>100</b>
<b>ANEXO 15.</b> DESCRIPTIVOS DEL FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>100</b>



<b>ANEXO 16.</b>	DESCRIPTIVOS DE LA PRODUCCION PROMEDIO (kg/m <sup>2</sup> ) <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>101</b>
<b>ANEXO 17.</b>	DESCRIPTIVOS DE LA SUPERVIVENCIA PROMEDIO (%) DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY.2018.	<b>101</b>
<b>ANEXO 18.</b>	DESCRIPTIVOS DEL FACTOR DE CONDICION (K) PROMEDIO DE <i>Oreochromis niloticus</i> “TILAPIA NILOTICA”, ETAPA LEVANTE, CULTIVADA A DOS DENSIDADES EN SAN JUAN DE CURUMUY .2018.	<b>101</b>
<b>ANEXO 19.</b>	DESAGUADO DE ESTANQUES	<b>102</b>
<b>ANEXO 20.</b>	LIMPIEZA DEL FONDO DEL ESTANQUE	<b>102</b>
<b>ANEXO 21.</b>	LIMPIEZA DE ESTANQUES	<b>102</b>
<b>ANEXO 22.</b>	ENCALADO DE DIQUES	<b>102</b>
<b>ANEXO 23.</b>	ENCALADO DEL FONDO DEL ESTANQUE	<b>102</b>
<b>ANEXO 24.</b>	CAMBIO DE TUBOS Y FILTROS	<b>102</b>
<b>ANEXO 25.</b>	RED CHINCHORRO PARA CAPTURA	<b>103</b>
<b>ANEXO 26.</b>	CAPTURA POR ARRASTRE DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>103</b>
<b>ANEXO 27.</b>	CAPTURA DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>103</b>
<b>ANEXO 28.</b>	EXTRACCION DE LA MUESTRA	<b>103</b>
<b>ANEXO 29.</b>	SELECCIÓN DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>103</b>
<b>ANEXO 30.</b>	CONTEO DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>103</b>
<b>ANEXO 31.</b>	BIOMETRIA (LONGITUD) DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>104</b>
<b>ANEXO 32.</b>	LONGITUD DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>104</b>
<b>ANEXO 33.</b>	BIOMETRIA (PESO) DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>104</b>
<b>ANEXO 34.</b>	PESO DE <i>Oreochromis niloticus</i>	<b>104</b>
<b>ANEXO 35.</b>	RECAMBIO DE AGUA CON MOTOBOMBA	<b>104</b>
<b>ANEXO 36.</b>	LIMPIEZA SUPERFICIAL DE AGUA	<b>104</b>
<b>ANEXO 37.</b>	LLENADO DE ESTANQUE	<b>105</b>
<b>ANEXO 38.</b>	MEDICION DE TRANSPARENCIA CON DISCO SECCHI	<b>105</b>
<b>ANEXO 39.</b>	MEDICION DE TEMPERATURA	<b>105</b>

<b>ANEXO 40.</b>	<b>MEDICION DE OXIGENO DISUELTO Y pH</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 41.</b>	<b>MUESTREO BIOMETRICO DE <i>Oreochromis niloticus</i></b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 42.</b>	<b><i>Oreochromis niloticus</i></b>	<b>105</b>
<b>ANEXO 43.</b>	<b>MEDIDA DE PESO DE <i>Oreochromis niloticus</i></b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 44.</b>	<b>PESO DE <i>Oreochromis niloticus</i></b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 45.</b>	<b>MEDIDA DE LONGITUD DE <i>Oreochromis niloticus</i></b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 46.</b>	<b>LONGITUD DE <i>Oreochromis niloticus</i></b>	<b>106</b>
<b>ANEXO 47.</b>	<b>EVOLUCION DEL CRECIMIENTO DE <i>Oreochromis niloticus</i> ETAPA DE LEVANTE</b>	<b>107</b>

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la Estación de Bioecología en San Juan de Curumuy, perteneciente a la Universidad Nacional de Piura. Se emplearon 3 600 ejemplares de *Oreochromis niloticus*, cultivados en cuatro estanques de 40 m<sup>2</sup>, previamente acondicionados, a densidades de 15 y 30 ejemplares por m<sup>2</sup>, con dos repeticiones. El objetivo fue evaluar el crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante, por un periodo de 85 días. Se proporcionó alimento balanceado con 45 % y 38 % de proteína, con una tasa de alimentación entre 10% y 8 %.

Al culminar la fase de experimentación se obtuvieron crecimientos finales promedios en peso de 98,80 g en el T1 (15 ejemplares/m<sup>2</sup>) y 52,68 g en el T2 (30 ejemplares/m<sup>2</sup>), con longitudes de 18,40 cm y 13,80 cm, para los tratamientos T1 y T2 respectivamente, los cuales estadísticamente presentaron diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ); además se obtuvo una tasa de crecimiento absoluto en peso de 1,08 g/día (T1) y 0,55 g/día (T2) y una tasa de crecimiento absoluto en longitud de 0,14 cm/día (T1) y 0,09 cm/día (T2).

Se obtuvo una biomasa de 58,69 Kg (T1) y 62,16 Kg. (T2), con una supervivencia de 99 % (T1) y 98,33 % (T2), con producciones de 1,08 y 0,55 kg/m<sup>2</sup> para el T1 y T2 respectivamente. Así mismo la relación Longitud – Peso fue  $W = 0,0833 L^{2,4024}$  hallando un crecimiento alométrico negativo.

La evaluación de los parámetros ambientales se llevó a cabo cada 14 días, a excepción de la temperatura cuya evaluación fue diaria a horas 7:00, 13:00 y 18:00 durante los 85 días que duró la investigación, obteniéndose un rango de temperatura promedio diario de 27 y 29 °C; el Oxígeno disuelto se mantuvo entre 7,3 mg/l y 9,7 mg/l; el pH en un rango de 7,7 y 8,6 y una transparencia de 27,5 y 32 cm., encontrándose dentro de los rangos óptimos para el cultivo de *Oreochromis niloticus*.

**Palabras clave:** cultivo, tratamiento, parámetro.

## ABSTRACT

The investigation was carried out at the Bioecology Station in San Juan de Curumuy belonging to the National University of Piura. For which 3600 individuals of *Oreochromis niloticus* cultivated in four 40 m<sup>2</sup> ponds previously conditioned at densities of 15 and 30 individuals per m<sup>2</sup> with two repetitions. The objective was to evaluate the growth of *Oreochromis niloticus* "nilotic tilapia" cultivated at two densities in the Levante stage, for a period of 85 days. Balanced feed was provided with 45% and 38% protein, with a feeding rate between 10% and 8 %.

At the end of the experimentation phase average final weight growths of 98,80 g were obtained in T1 (15 specimens / m<sup>2</sup>) and 52,68 g in T2 (30 specimens / m<sup>2</sup>) with lengths of 18,40 cm and 13,80 cm, for treatments T1 and T2 respectively, with statistically presented significant differences ( $\alpha = 0,05$ ); in addition, an absolute growth rate in weight of 1,08 g/día (T1) and 0,55 g/día (T2) was obtained and an absolute growth rate in length of 0,14 cm/día (T1) and 0,09 cm/día (T2).

A biomass was obtained of 58 Kg (T1) and 62,16 Kg. (T2), with survival of 99% (T1) and 98.33% (T2) was obtained, with productions of 1.08 and 0.55 Kg / m<sup>2</sup> for T1 and T2 respectively.

Likewise, the Length – Weight relationship was  $W = 0,0833 L^{2,4024}$ , finding a negative allometric growth.

The evaluation of the environmental parameters was carried out every 14 days, except for the temperature, its evaluation was daily at 7:00, 13:00 and 18:00 during the 85 days that the research lasted, obtaining an average temperature range daily of 27 and 29 ° C; Dissolved oxygen remained between 7,3 mg / l and 9,7 mg / l; the pH in a range of 7,7 and 8,6 a transparency of 27,5 and 32 cm., being within the optimum ranges for the cultivation of *Oreochromis niloticus*.

**Keywords:** cultivation, treatment, parameter.



## INTRODUCCION

La Acuicultura es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre para satisfacer la creciente demanda mundial de productos pesqueros, y esta una buena alternativa de producción en el sector. La especie *Oreochromis niloticus*, debido a su rápido crecimiento, adaptación, hábitos alimenticios, facilidad de reproducción, su gran tolerancia a condiciones y factores extremos; la convierten en una especie ideal para el cultivo en cautiverio, ofreciendo una ventaja importante a la producción pesquera (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero [FONDEPES], 2004).

La Tilapia tiene muchos atributos que la hacen adecuada para el cultivo, como por ejemplo su rusticidad, alta tolerancia a las condiciones ambientales adversas y a la sobrepoblación, su capacidad para resistir bajos niveles de oxígeno, sobrevivir y crecer a un amplio rango de alimentos naturales y artificiales, convierte el alimento eficientemente, aprovecha bien la producción natural del estanque, crece relativamente rápido, tiene un alto potencial de producción y es aceptada por un amplio rango de consumidores; por lo que se le encuentra catalogada, dentro del grupo de peces con mayor futuro en cultivos comerciales (Guerrero, 2002).

La tilapia en general, ingiere una variedad de organismos naturales como macrófitas, plancton, invertebrados acuáticos, larvas de peces o detritus, lo que hace que se le considere, herbívora, omnívora o detritívora. Todos estos conducen a la gran ventaja que tiene sobre el resto de peces cultivados debido a su bajo nivel en la cadena trófica (Fitzsimmons, 1998).

En el Perú, los sistemas de producción de Tilapia más utilizados son en estanques y, en menor grado, en jaulas y tanques. Los estanques rústicos son escavados en tierra y poseen estructuras especiales para el llenado y vaciado de agua en forma individual. Tanto la alimentación de agua como el drenaje se efectúan preferentemente por gravedad para minimizar los costos por concepto de energía y simplificar, en la medida de lo posible, la operación del sistema (Saavedra, 2006).

El cultivo de *Oreochromis niloticus*, tilapia nilótica, ha comenzado a desarrollarse en el Perú y especialmente en el departamento de Piura, por presentar las condiciones ideales para la producción, teniendo un clima tropical, adecuado abastecimiento de agua e innumerables cuerpos de agua donde se puede desarrollar la acuicultura, es por ello que se plantea el siguiente trabajo de investigación durante 85 días de ejecución considerando como importante la etapa de Levante debido a que es el nexo entre la última etapa de “ceba” que es donde se llega a obtener el peso ideal para el sacrificio.

Al evaluar el crecimiento de *Oreochromis niloticus* en dos densidades, para el tratamiento T1 15 peces/m<sup>2</sup> y T2 30 peces/m<sup>2</sup> con dos repeticiones, se obtuvo una tasa de crecimiento promedio en peso de 1,08 g/día (T1) y 0,55 g/día (T2) y una tasa de crecimiento promedio en

longitud de 18,40 g/día (T1) y 13,80 g/día (T2) obteniendo diferencias significativas entre tratamientos, mostrando así una alternativa de cultivo con óptimos resultados; de esta manera se desea contribuir a la Acuicultura de nuestra región, otorgando una alternativa de producción rentable en áreas rurales, aprovechando sus terrenos y produciendo alimento con alto valor nutricional mejorando así su calidad de vida, del mismo modo contribuir con el aporte científico a la facultad de Ciencias, escuela profesional de Ciencias Biológicas dándole mayor importancia a la Acuicultura y a la valoración de nuestros recursos naturales .

# **I. ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA**

## **1.1 DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La tilapia es el segundo grupo de peces más producidos por la Acuicultura mundial con una contribución a la producción de aproximadamente el 20 % del volumen total de peces, siendo sin embargo aún en Perú incipiente, para el grado de avance que muestran otros países latinoamericanos como Brasil, Colombia, Ecuador, entre otros. Actualmente Ecuador, Costa Rica y Honduras, ocupan los primeros lugares en abastecimiento de filete fresco de tilapia a Estados Unidos, siendo este un mercado potencial para los productores de tilapia (Saavedra, 2006).

En el Caserío de San Juan de Curumuy de la provincia de Piura, la actividad principal es la agricultura, siembra del arroz, la cual es la única fuente de ingreso para sus hogares, este alimento abastece de carbohidratos que son esenciales para la alimentación de los habitantes de este distrito. La fuente de proteína animal es mayormente adquirida del ganado vacuno y de aves domésticas. La fuente de proteína por parte de recursos hidrobiológicos (peces y crustáceos), no lo encontramos normalmente por esta zona debido a que está lejos de terminales de abastecimiento de pescado y son de alto costo.

La nutrición principalmente de los infantes y niños no es la adecuada ya que al no tener una alimentación balanceada llegan a sufrir de desnutrición. Los habitantes trabajan como obreros en las empresas agrícolas, en el cultivo de arroz, algunos trabajan sus pequeñas tierras con el mismo cultivo, no teniendo siempre la fortuna de vender sus productos; en la actualidad, gracias a las empresas agrícolas en la zona, la mayoría de la población tiene un trabajo que le ha ayudado a mejorar la calidad de vida y tiene la capacidad económica de poder adquirir pescado, dada la lejanía de los mercados de Piura le es imposible adquirir durante la semana esta fuente de proteína animal para elevar el nivel nutricional de los niños y niñas.

Por ello es necesario saber ¿Cuál es el crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” en la etapa de levante cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy?

## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

Se realizó una técnica de cultivo semi-intensivo de tilapia, de fácil manejo, con la finalidad que los habitantes de la zona conozcan cómo se debe aprovechar sus terrenos, produciendo alimento con alto valor nutricional y obteniendo un ingreso económico, mejorando su calidad de vida, incentivando el cultivo de tilapia en nuestra región, siendo nuestro país ideal para la piscicultura rural debido a su diversidad climática.

Al evaluar el crecimiento óptimo, mostrará que en cuanto menos tiempo tarde la especie en alcanzar el tamaño de comercialización, menores serán los gastos correspondientes a la operación

y por tanto mayor el ingreso.

### 1.3 OBJETIVOS

Objetivo general: Determinar el crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” durante la etapa de levante cultivada a dos densidades.

Objetivos específicos: Observar y registrar los cambios en peso y longitud, sobrevivencia y biomasa de *Oreochromis niloticus* al aplicar dos densidades (15 individuos/m<sup>2</sup> y 30 individuos/m<sup>2</sup>); teniendo en cuenta factor de conversión alimenticia durante el transcurso de la etapa de levante.

Evaluar los parámetros físicos y químicos del agua durante el cultivo: potencial de hidrógeno (pH), temperatura, transparencia, oxígeno disuelto del agua.

### 1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló en la Estación Bioecológica productiva de la Universidad Nacional de Piura perteneciente a la Escuela de Ciencias Biológicas, ubicada en el centro poblado de San Juan de Curumuy – Piura, a 23 Km al NE de la ciudad de Piura; con una ubicación geográfica de latitud 05°01'34,85" S y longitud de 80°37'22,87" W, a 58 m.s.n.m.



**Figura 1.1. Ubicación de la Estación de Bioecología San Juan de Curumuy (Google Maps, 2018)**

El periodo durante el cual se elaboró la experimentación fue de 85 días, abarcando únicamente la etapa de levante, comprendida desde 01 de Agosto al 27 de Octubre del 2018.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En 2004, Palacios evaluó el crecimiento de *Oreochromis sp* “Tilapia roja” cultivada en estanques, durante la fase de Levante, en el distrito de Querecotillo, provincia de Sullana, departamento de Piura, evaluó tres densidades de siembra a 55 p/m<sup>2</sup>, 75 p/m<sup>2</sup> y 95 p/m<sup>2</sup> con tres tratamientos y dos repeticiones, se obtuvieron diferentes pesos promedios para el T1 = 60,76 g, T2 = 63,066 g y T3 = 50,44 g, respectivamente; obteniendo mayor crecimiento el T2 = 63,066 g luego de haber aplicado la prueba múltiple de Duncan ( $p = 0,05$ ) muestra diferencias significativas con respecto al T3 = 50,54 g., no se pudo llegar al peso deseado planteado en la hipótesis (80 g), debido a problemas con las bajas concentraciones de oxígeno disuelto, se utilizó densidades muy altas, Castillero (1990), sugiere utilizar densidades inferiores, para estas densidades el peso se encuentra entre 30 y 50 g en promedio.

Se le realizó la prueba de Anova obteniéndose diferencias no significativas entre tratamientos pero al aplicar la prueba de Duncan se obtuvo diferencias significativas entre el tratamiento T2 y T3. En la prueba de Anova se acepta la hipótesis alternativa porque se obtuvo resultados diferentes a los 80 g en los tres tratamientos por lo tanto no se acepta la hipótesis nula porque ningún tratamiento llegó a los 80 g que buscaban llegar. Al analizar sus resultados el tratamiento T2 con 75 p/ m<sup>2</sup> obtuvieron la mayor tasa de crecimiento de 0,6042 g/día, al compararlos con sus resultados se encontró dentro de los rangos obtenidos por Berman (1997), obteniendo crecimientos diarios de 0,2-0,4 g diarios, su incremento de peso fue de 0,24 a 0,86 g/día.

Se produjo decrementos sustanciales de 0,94 a 0,49 g/día (75 tilapias/m<sup>2</sup>) y 0,71 a 0,61 y a 0,46 g/día (95 tilapias/m<sup>2</sup>), por causa de una baja calidad y cantidad de agua, obteniendo baja concentración de oxígeno disuelto que es muy importante para el desarrollo de la tilapia. La sobrevivencia que obtuvo fue satisfactoria durante los 90 días de cultivo fue el T1 obtenido un promedio T1 = 94,54 % en comparación con los T2 = 92,71%, T3 = 89,96 %.

Sánchez (2001), realizó un estudio sobre “Crecimiento de *Oreochromis spp* (hibrido de Tilapia roja) en segundo alevinaje a tres densidades, en jaulas fijas. Noviembre – Diciembre - 2000-Piura-Perú” utilizó tres tratamientos con tres densidades de siembra T1 1000 alevinos/ m<sup>3</sup>, T2 1500 alevinos/ m<sup>3</sup> y T3 2000 alevinos/ m<sup>3</sup> obtuvo crecimientos finales promedios en longitud de 7,45 cm T1, 6,77 cm T2 y 6,01 cm T3, en peso 8,14 g T1, 6,35 g T2 y 4,55 g T3 lo cual demostró que se alcanzó el peso y talla promedio para la fase de segundo alevinaje en 45 días, además sostiene que la densidad de siembra influye en el crecimiento de los peces y lo sostenido, “la densidad afecta negativamente el resultado de producción”. Los resultados que obtuvo tuvieron una tendencia de incremento constante, donde los menores pesos y tallas se obtuvieron en las jaulas que contenían mayor densidad, siendo las diferencias no significativas ni altamente significativas,

luego de haberlas sometido a la prueba de Anova, también demostró que los resultados son estadísticamente iguales ni altamente significativas. Los porcentajes de supervivencia que obtuvo en los tres tratamientos, 97,30 % (1000 alevinos/m<sup>3</sup>), 93,85% (1500 alevinos/m<sup>3</sup>) y 95,85% (2000 alevinos/ m<sup>3</sup>) los cuales se dedujo son adecuados dado que no superaron el 10% de mortalidad previsto como máximo para ese cultivo.

Cano (2014), evaluó el crecimiento de *Oreochromis niloticus* “Tilapia nilótica” en primer alevinaje, cultivada en estanques a dos densidades, en Curumuy, año 2014, con dos tratamientos, dos repeticiones y dos densidades, T1 45 peces/m<sup>2</sup> y T2 30 peces/m<sup>2</sup>, se les proporcionó a los alevines de tilapia los primeros 30 días alimento balanceado Inicio 1 y luego Inicio 2 (pellet de 1 mm de diámetro), utilizando una tasa de alimentación del 10 %, el ajuste de la dieta se realizó cada catorce días después del muestreo respectivo. El tratamiento con 30 peces/m<sup>2</sup> (T2) alcanzo los mejores resultados en peso promedio (25,28 g), tasa de crecimiento en peso (0,2968 g/día), longitud promedio (9,77 y 10,58 cm) y supervivencia (96,45%). No se determinó diferencia significativa entre tratamientos ni repeticiones, salvo en parámetros de peso, tasa de crecimiento en peso y factor de condición, donde se halló diferencia significativa en tratamientos mas no en repeticiones.

En el análisis de medias para tasa de crecimiento en peso, longitud y factor de condición se puede observar que son significativamente diferentes entre cada uno de los tratamientos, observándose que el T2 tiene mejores resultados. Con respecto a la longitud, tasa de crecimiento en, factor de conversión alimenticia y sobrevivencia, biomasa, se observó que el análisis de varianza y en el análisis de medias no existieron diferencia significativa. La duración del experimento fue de 60 días, en el cual utilizo dos tipos de alimento, en el experimento 1 notó que en el pienso de 30% tuvo un peso final de 17,44 g, en el experimento 2 el peso final lo obtuvo con el pienso de 40% proteína siendo 33,04 g. La tasa de crecimiento en peso (g/día) obtenida bajo condiciones de la presente investigación fue de 0,2161 g/día y 0,2968 g/día para los tratamientos 1 (45 peces/m<sup>2</sup>) y tratamiento 2 (30 peces/m<sup>2</sup>) respectivamente. Al realizar el análisis de varianza y la prueba de Duncan se observó que existían diferencias significativas entre tratamientos.

La tasa de crecimiento en longitud (cm/día) fue de 0,1032 cm/día y 0,1128 cm/día para los tratamientos 1 (45 peces/m<sup>2</sup>) y 2 (30 peces/m<sup>2</sup>) respectivamente, los cuales no presentaban diferencias significativas entre tratamientos. La sobrevivencia alcanzada fue del 96,25% para el tratamiento 1 y 96.45% para el tratamiento 2, según el análisis de varianza no presenta diferencias significativas entre los tratamientos ni entre repeticiones.

Moisés et al. (2012), evaluaron el crecimiento de la especie *Oreochromis niloticus*. Adquirieron 4 millares de alevinos de 0,87 g de peso promedio, aclimatadas y sembradas a una densidad de 160 alevinos/m<sup>3</sup> (estanque de pre-cría) por un periodo de 40 días. Después pasaron al estanque de engorde a una densidad de 12 juveniles/m<sup>3</sup> hasta finalizar el periodo de cultivo. La alimentación estuvo basada en alimento artificial (Purtilapia) y natural mediante la fertilización

con estiércol de ganado vacuno a razón de 1 kg/m<sup>3</sup>. Durante los 11 meses de cultivo semi-intensivo de *Oreochromis niloticus* se obtuvieron valores de peso de 0,87 a 320,41g y una longitud de 3,13 a 27,36 cm. En cuanto al factor de conversión alimenticia final fue 1.65 para el T1. La tasa de crecimiento fue de 29,05 g/mes. La supervivencia final fue del 70%. Los valores promedio de temperatura del agua oscilaron en un rango de 20,8 a 24,5 ° C, el oxígeno disuelto varió de 4,5 a 6 mg/l, y el pH se mantuvo alrededor de 7.

Por otro lado cabe mencionar que no se detectaron enfermedades. Según Pallares et al., (2012), evaluaron el bienestar animal durante la crianza intensiva de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*), mediante el análisis de tres fases productivas (levante, pre-engorde y engorde). Para ello, se evaluaron por separado, diferentes lotes en cada una de las fases productivas. en los diferentes lotes fue la siguiente: Levante (L): 70 peces/m<sup>2</sup>, Pre-engorde (P): 30 peces/m<sup>2</sup>, Engorde (E): 15 peces/m<sup>2</sup>, hasta alcanzar peso promedio y longitud total de 30g y 11,7cm; 200g y 16,4 cm; y 450g y 22,6cm, en L, P y E, respectivamente. El pH tuvo un promedio de 7,8 ±0,4, oxígeno disuelto 3,6±0,7, temperatura 28,1±0,6, para levante. El pH tuvo un promedio de 7,1 ±0,2, oxígeno disuelto 4,1±0,9, temperatura 28,0±0,5 para pre engorde. El pH tuvo un promedio de 7,5 ±0,5, oxígeno disuelto 4,1±0,9, temperatura 27,8±0,3.

## 2.2 BASES TEORICAS

La Acuicultura es una de las actividades que a nivel productivo, ha tenido un mayor crecimiento económico a nivel nacional, en el ámbito agropecuario; además, de ser una alternativa de producción que brinda resultados a mediano plazo (6 meses) y que garantiza la inversión de los productores. En Piscicultura se diferencian básicamente dos sistemas de cultivos: los convencionales (estanques) y los no convencionales (jaulas). Esta última a nivel mundial ha venido desarrollándose y consolidándose constantemente; a tal punto que la variedad de peces utilizados es impresionante (tilapia, carpa, trucha, bagre, paiche, etc.); así como los lugares de crianzas (lagos, lagunas y embalses, e inclusive en el mar), que muestran un gran potencial para el desarrollo del cultivo de peces en estas infraestructuras (Aguilera y Noriega, 1995; Wicki, 1997; Naslausky, 2001; Espejo, 2003).

Tilapia es el nombre común aplicado a tres géneros de la familia: Cichlidae: *Oreochromis*, *Sarotherodon* y *tilapia*. Las especies de mayor importancia económica para la Acuicultura son del genero *Oreochromis* (Watanabe et al., 2002).

Para la tilapia “La pre cría está comprendida entre 1 y 5 g de peso”, y deben tener un recubrimiento total con malla anti pájaros para controlar predación. Los alevines son alimentados con un concentrado de un 43% de proteína, a razón de un 8% de la biomasa, distribuido entre las 6 y 8 raciones al día. Mientras que la siguiente fase de crianza nominada “levante” está comprendida entre los 5 y los 80 g de peso y finalmente fase de “ceba” está comprendida entre los 80 g hasta

el peso de sacrificio (250 a 450 g) (Solla, 1999).

Según Solla S. (1999) y Sánchez (2000); mencionan que la fase de levante generalmente se realiza en estanques de 450 a 1500 m<sup>2</sup> con densidades de 20 a 50 peces/m<sup>2</sup> buen porcentaje de recambio de agua (5 a 10% día) y recubrimiento total de malla para controlar la depredación, son alimentados con un concentrado de 30 % o 32 % de proteínas, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3 al 6 % de la biomasa, distribuidos entre 4 y 6 raciones al día.

Para un óptimo crecimiento de la tilapia se requiere que el sitio de cultivo mantenga los siguientes valores medio ambientales: El rango óptimo de la temperatura que fluctúe entre 20 a 30 °C y el oxígeno disuelto en rangos de 2 a 3 mg/l. En lo que concierne al pH, los valores óptimos están entre 7 y 8, no pueden tolerar valores menores de 5, pero si pueden resistir valores alcalinos de 11. La turbidez, la visibilidad del agua medida con el disco de Secchi, se debe mantener a 30 cm. Debe existir una buena luminosidad, puesto que la radicación solar influye considerablemente en el proceso de fotosíntesis de las plantas acuáticas, dando origen a la productividad primaria (Saavedra, 2006).

El Manual de crianza de tilapia reporta que “En este sistema la cantidad y calidad del agua suministrada a los peces es sumamente importante, así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema. Para asegurar la producción de peces se debe contar con grandes reservorios de agua, sistemas de bomba que permitan reciclar el agua y la utilización de aireadores en los estanques. En este sistema es de gran importancia conocer constantemente el oxígeno disponible para el cultivo de tilapia y poder ajustar las densidades, tasa de alimentación y reducir así la mortandad” (ALICORP, 2000).

Según Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente [SERNA] (2009), indica que el agua es el insumo básico y de su calidad depende el crecimiento del pez y, consecuentemente, la producción de la finca. Los principales parámetros que debe poseer el agua de una finca para el cultivo de tilapia son: Temperatura y oxígeno disuelto. El crecimiento óptimo se obtiene a 26 °C, aunque se puede manejar un rango de 25 – 32 °C. Por encima de los 32°C o por debajo de los 27°C su apetito se reduce junto con su crecimiento y por debajo de los 20°C, prácticamente se detiene. En regiones donde las temperaturas se sitúan entre los 18 - 15°C o menos, en forma continua, no es posible cultivarlas en estanques o jaulas a cielo abierto, ya que por debajo de estas temperaturas el sistema inmunológico de estos peces se suprime y son altamente susceptibles a las enfermedades. Temperaturas dentro de la franja comprendida entre los 8 y 10°C son generalmente letales. A temperaturas por encima de 38°C el estrés térmico también suele causar mortalidades altas.

El rango óptimo de temperatura para crecimiento de la tilapia oscila entre 20 y 30°C (Secretaría de pesca [SEPESCA], 1988), Uchida y King, citados por Balarin, (1979) mencionan, que la temperatura adecuada para desove u crecimiento de los estanques para *O. mossambicus* puede fluctuar de 20 a 35°C.



La tilapia soporta bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el medio (3 mg/l); por debajo de este nivel es necesario implementar un sistema alternativo de suministro de oxígeno de recambio o aireación. Si bien las tilapias toleran en general las bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, existen diferencias entre las fases de cultivo y según las densidades empleadas. Por ejemplo, para alevinos de entre 10 y 25 gramos de peso, soportan concentraciones de 0,4 a 0,7 mg/litro durante 3 a 5 horas (medidas entre 2 a 4 semanas consecutivas por la mañana, sin registrarse mortalidades). Las tilapias en general soportan los más bajos niveles de oxígeno. En el caso de *O. mossambicus*, dejan de alimentarse en niveles inferiores a 1,5 mg/l de oxígeno disuelto, así también se reporta que a niveles de oxígeno disuelto de 0,23 mg/l suspende su metabolismo (Payne, 1970 y Mabaye, 1971, citados por Balarin, 1979). Los rangos deseables de oxígeno disuelto deben estar por encima de 5 mg/l (Boyd, 1981).

El rango conveniente de pH del agua para piscicultura oscila entre 7 y 8; mientras más estable permanezca el pH mejores condiciones se propiciarán para la producción natural de alimento.

La tilapia presenta baja sobrevivencia en aguas de bajo pH. En experiencias realizadas en aguas de pH 4,0, solamente sobrevivió un 40% de la población de cultivo en estanques. El rango aceptable para cultivo se extiende entre pH 6,5 y 8,5. En aguas con pH 3,0 ha sido constatada su muerte total entre 1 y 3 días y en aguas con pH 2,0 sobreviven solamente durante 12 horas. Frente a una exposición en aguas ácidas, se produce la destrucción total del tejido branquial que es, por otra parte, el tejido esencial para la respiración y excreción en los peces. A pH por encima de 10, las mortalidades son también significativas. Este último valor es importante a tener en cuenta, especialmente en estanques donde el fitoplancton se desarrolle en exceso (aguas demasiado verdes) ya que en aguas de baja alcalinidad, el pH puede alcanzar hasta 12 en la escala, en días muy soleados o hacia el final de la tarde. Si esto se produce frecuentemente, se inhibirá el consumo de alimento, afectando el crecimiento de los animales. Aunque no se produzcan mortalidades por estos cambios de pH en el transcurso del día, un elevado pH puede potenciar problemas de toxicidad debido al amoníaco. El intervalo conveniente de pH del agua es de 7 a 8 y además a niveles bajos de pH reducen el apetito (Mabaye, 1972, citado por Balarin, 1979).

Los efectos de la alcalinidad y de la dureza del agua no son directos sobre los peces, sino sobre la productividad del estanque. Una alcalinidad de 75 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ , se considera adecuada y propicia para enriquecer la productividad del estanque; el límite de dureza para el crecimiento de la tilapia son 400 mg/l, expresados como  $\text{CaCO}_3$ . La alcalinidad total del agua debe situarse para tilapia entre 100 a 200 mg/l; mientras que los nitritos deberán establecerse en menos de 0,1mg/l. Por su lado, los nitratos producto final de la degradación del amoníaco (no tóxicos), podrán situarse en los 10 mg/l. Estas dos últimas variables están íntimamente relacionadas con ciclo del nitrógeno en los sistemas (Mabaye, 1972, citado por Balarin, 1979).

## **2.2.1 Sistemas de cultivo**

### **2.2.1.1 Según la densidad de carga y el manejo**

Extensivo:

Cuando los peces no reciben alimento complementario (ofrecido por el hombre). Sólo se alimentan de la producción natural del agua, fitoplancton, zooplancton, insectos, etc.

La densidad de carga en estas condiciones es baja; la única actividad realizada es la siembra y cosecha de los peces (500-1000 kg/Ha) (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero [FONDEPES], 2004).

Semi-intensiva:

Tipo de piscicultura que practican la mayoría de piscicultores de mediana escala. Se caracteriza por usar estanques no sofisticados, embalses (construidos en hondonadas y con limitado manejo de sus aguas), se suplementa el alimento natural con fertilizantes y/o alimento artificial y el control de la calidad del agua no es rígido (10-15 t/Ha) (FONDEPES, 2004).

Intensiva:

Se caracteriza por el número elevado de organismos por unidad de área cultivados, con un mayor control de la calidad del agua y del ambiente de cultivo (25 - 30 o más t/Ha), así como el empleo de alimento artificial exclusivamente.

Principales parámetros a controlar: temperatura, oxígeno disuelto, pH, alcalinidad, nitrógeno amoniacal y transparencia.

Cuando se realiza en estanques éstos deben permitir el control de la entrada y salida del agua. El período de cultivo entre la siembra y cosecha depende del tiempo que la especie demora en llegar a su talla comercial.

El cultivo de tilapia puede llegar a tener hasta 50 - 100 peces/m<sup>3</sup> con aireación artificial, con alevinos calificados, con una alta renovación de agua y con una dieta de alto valor nutricional. Se requiere de implementos para aumentar la concentración de oxígeno del agua, aireadores de paletas o mediante recirculación del agua (FONDEPES, 2004).

### **2.2.1.2 Por el número de especies**

Monocultivo:

Es el cultivo de una sola especie, por ejemplo el cultivo de tilapia, cultivo de gamitana, cultivo de trucha, etc. (FONDEPES, 2004).

Policultivo:

Es el cultivo simultáneo de dos o más especies acuáticas con diferentes características y hábitos

alimenticios, de manera de aprovechar eficientemente los diferentes estratos o nichos del estanque, por ejemplo: tilapia + camarón, gamitana + boquichico, gamitana + boquichico + bagre y paco + boquichico, etc. (FONDEPES, 2004).

Cultivo asociado:

Se asocia la crianza de peces a la de otros animales no hidrobiológicos. En este caso la producción de peces resulta un adicional. Ejemplos: crianza de peces - pollos, peces - patos, peces - cerdos, peces, entre otros (FONDEPES, 2004).

### **2.2.1.3 Por el nivel de producción (Según el Ministerio de la Producción)**

Comercial:

Se orienta fundamentalmente a la producción de recursos hidrobiológicos para generar ingresos económicos a través de la comercialización; a su vez se clasifica en:

- De mayor escala: involucra producciones mayores de 50 toneladas por año.
- De menor escala: producciones mayores de 2 y menores de 50 toneladas por año (FONDEPES, 2004).

De subsistencia:

Cuya producción no sobrepasa las 2 toneladas por año y es destinada al autoconsumo o intercambio con otros productos (FONDEPES, 2004).

### **2.2.1.4 Según el medio en que se desarrolla**

Acuicultura marina:

Denominada también maricultura, cultivo que se desarrolla en el mar, tanto en zona costera como en el fondo, por ejemplo: cultivo de la concha de abanico, cultivo de salmones, etc. (FONDEPES, 2004).

Acuicultura continental:

Cultivo que se realiza en cuerpos de agua que no tienen conexiones con el mar, por ejemplo: cultivo de tilapias, cultivo de truchas, cultivo de camarones, etc. (FONDEPES, 2004).

Acuicultura de aguas salobres:

Cultivo que se desarrolla en ambientes donde confluyen el mar y las desembocaduras de aguas continentales, es decir, en aguas con niveles de salinidad mayores al de agua dulce y menores al de agua salada, por ejemplo: cultivo de lisas, cultivo de langostinos, etc. (FONDEPES, 2004).

## **2.2.2 Infraestructura de cultivo**

Se considera que existen esencialmente cuatro sistemas para el cultivo de la tilapia (FONDEPES,

2004):

- Cultivo en Estanques
- Cultivo en Jaulas
- Cultivo en Tanques
- Cultivo en Corrales

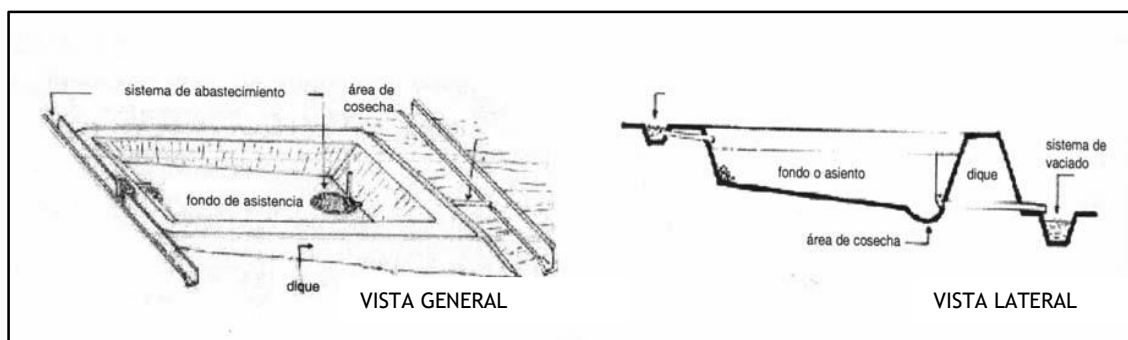
### 2.2.2.1 Cultivo en estanques

Un estanque es un embalse de agua que se puede llenar y vaciar fácilmente, propiciando un medio ambiente favorable al organismo que se cría o cultiva (FONDEPES, 2004).

La forma típica de un estanque es la rectangular. Si se construye en una presa toma la forma de la cuenca que ocupa.

Los tamaños son muy variables pueden oscilar desde 100 m<sup>2</sup> hasta varias hectáreas, dependiendo de la topografía, disponibilidad de agua y recursos económicos (FONDEPES, 2004).

El estanque consta de las siguientes partes:



**Figura 2.2. Partes de un estanque**

- Sistema de abastecimiento: infraestructura que permite el abastecimiento de agua al estanque y está constituido por una toma de agua (bocatoma), el canal de derivación y el ingreso de agua al estanque.
- Fondo: el fondo presenta una pendiente dirigida hacia el punto de desagüe y que permite el vaciado total del estanque.
- Diques: son las paredes que rodean a los estanques, por uno o varios lados. El dique tiene la forma de un trapecio cuyas bases son horizontales.
- Sistema de vaciamiento: infraestructura que permite el control de agua y vaciado total del estanque. Formado por el aparato de control- desagüe del estanque y el canal colector.
- Sistema de cosecha: infraestructuras que facilitan la captura y cosecha de los peces, pueden ser internas o externas (FONDEPES, 2004).

### **2.2.3 Parámetros de cultivo**

#### **2.2.3.1 Temperatura**

ALICORP (2000) y Popma (1999), mencionan que “el rango óptimo de temperatura para los cultivos de tilapia fluctúa entre 28 y 32 °C. Los cambios de temperatura afectan directamente a la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y por ende mayor consumo de oxígeno”.

Hepher (1991) y Alamilla (2001), “El rango óptimo de temperatura para su desarrollo es de 20 a 35 °C” pudiendo soportar temperaturas menores.

Popma (1996), menciona que la intolerancia de tilapia a temperaturas bajas es una restricción seria de cultivo comercial en regiones templadas. La temperatura inferior 11°C es letal para la mayoría de especies.

Lim (1997), la tilapia generalmente deja de alimentarse cuando la temperatura del agua por debajo de 17 °C.

Berman (1997), presenta datos semejantes cuando indica que en los estanques de cultivo la temperatura del agua fue de 25 °C en promedio, durante dos meses del año la temperatura puede bajar a 23°C.

Sánchez et al. (2000), describe que el rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapia fluctúa entre 28 y 32 °C, con variaciones de hasta 5°C.

Los cambios de temperatura afectan directamente la tasa metabólica, mientras mayor sea la temperatura, mayor tasa metabólica y por ende mayor consumo de oxígeno (Solla, 1999).

Castillero (1990), reportó temperaturas de 22 a 28 °C en sus controles de los parámetros físicos y químicos de la calidad de agua.

Marcillo et al. (2000), obtuvieron resultados de temperatura en un rango óptimo de 26-29 °C y la temperatura ideal para engorde de peces fue de 24-32 °C.

#### **2.2.3.2 Oxígeno disuelto**

Es el requerimiento más importante, al igual que la temperatura para los cultivos de las especies hidrobiológicas. Su grado de saturación es inversamente proporcional a la altitud y directamente proporcional a la temperatura y el pH. El rango optimo está por encima de las 4 ppm (ALICORP, 2000).

En el agua del estanque el oxígeno disuelto debe ser mayor a 4 ppm ya que existe una estrecha relación entre la concentración de oxígeno y la temperatura. En las noches los niveles de oxígeno pueden descender a menos de 2 ppm razón por la cual los peces reducen metabolismo. Este

parámetro debe ser observado para determinar la densidad de siembra previendo así el recambio de agua necesario o la aireación suplementaria (Palacios, 2004).

En 2001, AGRIBANDS PURINA recomienda para el cultivo de tilapia, que el oxígeno disuelto debe ser de 3 a 5 mg/l y no debe bajar de 1 mg/l.

Cuando los niveles de oxígeno disuelto disminuyen en el cuerpo de agua, cae a rangos subnormales (<1 mg/l), las tilapias se colocan en la superficie del agua, buscando tomar directamente el oxígeno atmosférico, para lo cual extienden los labios permitiendo tomar más fácilmente el oxígeno. Esa ventaja fisiológica permite tomar prevenciones pues los animales avisan del problema que existe y es fácil de comprobar en estanques deficientes en oxígeno, entre las 5:00 a las 7:00 horas, pues casi todos los peces suben a la superficie a “boquear” (FONDEPES, 2004).

Según Sánchez (2000), el rango óptimo del oxígeno debe estar por encima de las 4 ppm medido en la estructura salida del estanque y la concentración del oxígeno en la salida de los estanques debe ser mayor a 3,5 mg/l para asegurar una buena incorporación de nutrientes en el organismo y de poder realizar los procesos metabólicos.

Estos mismos autores mencionan los efectos:

**Tabla 2.1. Efecto del oxígeno disuelto**

<b>OXIGENO (ppm)</b>	<b>EFFECTOS</b>
0,0-0,3	Los peces pequeños sobreviven en cortos periodos
0,3-2,0	Letal en exposiciones prolongadas
3,0-4,0	Los peces sobreviven pero crecen lentamente
> 4,5	Rango deseable para el crecimiento del pez.

La tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1,0 mg/l), no obstante, el efecto de estrés al cual se somete es la principal causa de infecciones patológicas. Los niveles mínimos de oxígeno disuelto para mantener un crecimiento normal y baja mortandad se debe mantener un nivel superior a los 3,0 mg/l, valores menores a este reducen el crecimiento e incrementan la mortandad. (ALICORP, 2000).

La tilapia puede vivir a bajas concentraciones de oxígeno disuelto, ello se debe a la capacidad de su sangre a saturarse de oxígeno aun cuando la presión parcial a este sea baja, tiene la facultad de reducir su consumo de oxígeno cuando la concentración del medio es baja, inferior a 3 mg/l (Alamilla, 2001).

En 1999, Popma menciona que las tilapias pueden sobrevivir con valores muy bajos de oxígeno disuelto, menores a 0,3 mg/l, con respecto a valores de tolerancia para la mayoría de los peces cultivados. Gracias a su capacidad de disminuir su consumo de oxígeno y de extraer oxígeno disuelto de la interfase agua-aire. Sin embargo con concentraciones menores a 0,7 mg/l reducen su metabolismo y detienen su crecimiento. Se hicieron pruebas en las cuales niveles de oxígeno por encima de 2,0 mg/l en las cuales el crecimiento tuvo mejoras.

#### **2.2.3.3 Potencial de hidrogeniones (pH)**

Huet (1983), “El pH es el resultante de la interacción de numerosas sustancias en solución en el agua y también de numerosos fenómenos biológicos que se desarrollan en ella. Lo que es esencial en su estabilidad o inestabilidad. Este punto tiene gran importancia, pues la mayoría de los organismos acuáticos están adaptados a un valor medio del pH y soportan muy mal las variaciones bruscas. Las condiciones biológicas son mucho mejores en agua con pH sensiblemente constante que en una en la que sufra variaciones considerables”.

En 1999, Solla define el pH como la “concentración de iones de hidrogeno en el agua”, también al respecto manifiesta que el rango optimo esta entre 6,5 a 9,0 valores por encima o por debajo de este rango causan cambios de comportamiento en los peces como letargia, inapetencia, disminuyen el crecimiento y retrasan la reproducción. Valores de pH cercanos a 5 producen mortandad en un periodo de 3 a 5 horas, por fallas respiratorias, además causan perdidas de pigmentación e incremento en la secreción de mucus. Cuando se presentan niveles de pH ácidos el ion  $Fe^{++}$  se vuelve soluble afectando los arcos branquiales y disminuyendo los procesos de respiración, causando la muerte por anoxia (asfixia por falta de oxígeno).

El “estrés acido” es uno de los principales efectos de un pH bajo, interfiere en el intercambio gaseoso y afecta el balance “Acido-base” de la sangre, causando “estrés respiratorio” y disminución de cloruro de sodio en la sangre, a su vez causa disturbio osmótico. A valores extremos de pH, 4 y 11 se producen la muerte, en tanto que el rango deseable para los cultivos está en 6,5 a 9 (FONDEPES, 2004).

#### **2.2.3.4 Transparencia**

“La profundidad de la visibilidad en el agua puede estar influenciada por partículas de tierra suspensión (sedimento), incluyendo o excluyendo al fitoplancton. La sedimentación puede ser ignorada, en caso de ser una condición temporal de solo 3 o 4 días, posterior a intensas lluvias. Sin embargo la calidad de agua sería inferior en aguas con sedimentación persistente (...) Las aguas persistentemente sedimentadas, no son recomendadas para el cultivo (FONDEPES, 2004).

En 1990, Popma afirma “Los estanques de alevinaje normalmente presentan visibilidad al disco de Secchi de 30 a 40 cm cuando tiene floraciones de plancton”.

Según SEAPESCA (1988), sugiere “rangos de penetrabilidad de luz en lecturas de disco de Secchi menores de 45 cm en estanques de pre-cría con productividad natural”.

La transparencia del agua es un indicador de fertilidad y presencia de algas. Para el cultivo de tilapia se recomienda mantener la transparencia del agua entre 20 y 35 cm (Meyer, 1999).

#### **2.2.4 Etapa de Levante**

La etapa de levante está comprendida entre los 5 y 80 g. generalmente se realiza en estanques de 450 a 1500 m<sup>2</sup> con densidades de 20 a 50 peces/m<sup>2</sup>, buen porcentaje de recambio de agua (5 a 10% día) y recubrimiento total de malla anti pájaros para controlar la depredación, son alimentados con un concentrado de 30 o 32% de proteínas, dependiendo de la temperatura y el manejo de la explotación. Se debe suministrar la cantidad de alimento equivalente del 3 al 6% de la biomasa, distribuidos en 4 y 6 raciones al día (Solla, 1999 y Sánchez, 2000).

En un cultivo intensivo, la etapa de levante consiste en el confinamiento de animales de 1 g o menos, a una densidad máxima de 30 alevines/m<sup>2</sup>, hasta el momento en que alcanza 15g. A este peso se les distingue fácilmente el sexo de los animales. El tiempo que dura el levante varía de 55 a 75 días, periodo requerido para llegar a los 20 g, dependiendo del manejo y de la temperatura. En los cultivos super-intensivo, el levante se hace a densidades de 50 a 100 peces/m<sup>2</sup> (según la disponibilidad del flujo de agua constante y/o aireación), empezando con alevines de 1 hasta los 20 g bajo esta modalidad el cultivo de levante puede durar 45 días y es necesario suministrarle alimento de alto contenido proteínico, con el fin de sustituir la falta de alimento del medio natural, se puede presentar una mortandad entre el 15 y 30 % (Torres, 1989).

Este mismo autor nombra a la etapa de Levante como pre-engorde en cultivos super-intensivo, el pre-engorde se realiza con 25 a 40 peces/m<sup>2</sup> a partir de los 12 g a los 120 g en un periodo de 4 meses aproximadamente, hay que hacer énfasis que en los rangos de peso anterior varían según el manejo integral que se haga en la explotación, los controles sobre la calidad del agua, los muestreos periódicos (cada 15 días), calidad, método y frecuencia con que se alimentan (Torres, 1989).

#### **2.2.5 Calidad de agua para la etapa de Levante**

Herpher et al. (1989), la mala calidad de agua es perjudicial para el cultivo de los peces, la existencia de compuestos químicos en el agua y la temperatura de esta no solo determinan que



peces pueden cultivarse, sino también indica si es posible o no cultivar.

Del mismo modo según Rodríguez (1993), también recalcan la importancia de “la calidad del agua está dada por el conjunto de propiedades físicas, químicas y su interacción con los organismos vivos.

Con respecto al cultivo de organismos acuáticos, cualquier característica de agua que afecte de un modo u otro el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, los rendimientos por unidad de área, la productividad primaria y el manejo de las especies acuáticas, es una variable de calidad de agua. Un estanque con agua de buena calidad producirá más que un estanque con mala calidad (Rodríguez et al., 1993).

Sánchez (2000), cita que la apetencia del pez es directamente proporcional a la calidad del agua es por eso que se recomienda mantener una buena calidad de agua en el cultivo de tilapia en estanque.

El Manual de crianza de tilapia reporta que “en este sistema la cantidad y calidad de agua suministrada a los peces es sumamente importante, así como el cuidado y atención que se le debe proporcionar al sistema. Para asegurar la producción de peces se debe contar con grandes reservorios de agua, sistemas de bomba que permitan reciclar el agua y la utilización de aireadores en los estanques. En este sistema es de gran importancia conocer constantemente el oxígeno disponible para el cultivo de tilapia y poder ajustar las densidades, tasa de alimentación y reducir así la mortandad” (ALICORP, 2000).

## **2.2.6 Suministro de agua**

Debe asegurarse el suministro en cantidad suficiente para el llenado de los estanques, reposición de las pérdidas que ocasiona la evaporación y filtración y seguridad de un recambio de agua adecuado. Por su calidad física, química, microbiológica y ausencia de predadores se considera al agua de pozo o a las aguas freáticas como las más idóneas para los cultivos acuáticos, siempre y cuando se tome la precaución de oxigenarla antes de su entrada al estanque.

En caso de uso de agua de origen superficial proveniente de ríos, arroyos, manantiales, lagunas o embalses, la misma deberá estar libre de contaminantes, agroquímicos, metales pesados, predadores.

Para su utilización se deberá realizar el análisis correspondiente y tener en cuenta que la misma esté disponible en caudal suficiente (FONDEPES, 2004).

## **2.2.7 Funcionamiento de la etapa de Levante**

### **2.2.7.1 Preparación del estanque**

Vicki (1997), debe regularse el llenado del estanque para que concuerde con la recepción de alevines. Si se los prepara con demasiada anticipación existirá la posibilidad de presencia de predadores (insectos u otros peces).

Pérez (2001), da las siguientes recomendaciones para preparar un estanque antes de realizar la siembra:

- Limpieza de fondo: Debe eliminarse del fondo el lodo, piedras, troncos, ramas u otros materiales que en el futuro dificultaran los muestreos y la cosecha.
- Reparación de bordas: Si las bordas presentan grietas o están erosionadas deben repararse para evitar filtraciones o eventualmente un mayor daño a la borda.
- Entrada de agua: Es conveniente limpiar el canal de abastecimiento y asegurar el buen funcionamiento de las compuertas de distribución de agua.
- Drenaje: Conviene asegurarse del buen funcionamiento del drenaje de manera que no se pierda agua por filtración y la malla evite la pérdida de peces.

Hurtado (2002), menciona que antes de realizar el llenado de los estanques se debe proceder a la poda de la vegetación, el cual circunda el estanque o evita que se erosionen los diques, porque dificultan el acceso para la pesca, así como reduce el espacio y sirven de refugio para insectos que se alimentan de alevines. Así mismo se debe limpiar el fondo del estanque, se debe evitar en lo posible el ingreso de otros peces e insectos depredadores, colocando una rejilla en el ingreso de agua, es recomendable instalar una malla fina en la salida del agua del estanque para evitar que se obstruya constantemente y para evitar el escape de las larvas o los reproductores. Luego de la preparación del estanque se recomienda mantener un nivel del agua entre 50 y 70 cm, dependiendo del tamaño del estanque.

El agua debe ser de buena calidad y se debe mantener el ingreso constante para proporcionar las mejores condiciones, la composición de agua debe ser la apropiada para el crecimiento de los peces y que su temperatura promedio sea menor a 22°C ni superior a 32°C (Palacios, 2004).

Saavedra (2006), recomienda el encalado como una medida de conservación de estanques y por tener una acción no variada y beneficiosa sobre el estado sanitario de los peces, por otro lado favorece la producción y sus factores biológicos, efectuándolo con cal viva, tiene una acción antiparasitaria, actúa destruyendo todo tipo de parásitos de los peces. La dosis a emplear es de 800 kg/Ha.

Mediante abono orgánico o fertilizantes químicos, se puede subir la producción de fitoplancton y zooplancton. La cantidad que se debe aplicar en el estanque dependerá del tipo. Una vez fertilizado el estanque se debe controlar mediante la coloración del agua que debe ser verde esmeralda; también se utiliza el método artesanal de introducción del codo para determinar a qué

punto se pierde la visibilidad de la mano que está relacionada con la turbidez del agua (Arredondo et al., 1994).

#### **2.2.7.2 Variabilidad de densidad de siembra**

“La densidad de siembra, se refiere al número o peso de peces por unidad de área del ambiente acuático. El pez puede ser sembrado de forma tan densa que el espacio individual o colectivo restringido podría convertirse en un factor limitante de los resultados de producción. Sin embargo a medida que se incrementa la densidad, tanto la calidad del agua como el acceso al alimento disminuirá y limitaría el resultado de producción, antes de que el espacio restringido se convierta en un factor limitante. Por lo tanto, es una superpoblación de peces, donde la densidad afecta negativamente el resultado de la producción, por su efecto en la calidad del agua y por el acceso limitado al alimento balanceado” (Schimittou, 1993).

Torres (1993), menciona que “en un cultivo intensivo de Tilapia, la etapa de levante consiste en el confinamiento de animales de 1 g o menos, a una densidad de 30 alevines/m<sup>2</sup>, hasta el momento en que alcanzan los 15g (...)”

En 1999, Bartholomew desarrolla un periodo de pre-engorde (equivalente a la fase de levante), al manifestar que una vez completada la inversión del sexo las larvas son transferidas a estanques de tierra para un periodo de pre-engorde. La tasa de siembra promedio es de 25,6 larvas/m<sup>2</sup>. Los pececillos crecen de 0,5 g a un peso promedio de 37,1 en un promedio de 67 días.

El crecimiento diario es de 0,47 g y la supervivencia tiene un promedio de 71%. La biomasa promedio al cosechar el estanque es 5169 kg/ha. Un alimento estruado que flota de 30% de proteínas ofrecido a los peces diariamente de una tasa inicial de 8-15 % de la biomasa total disminuyendo a una tasa final de 4 a 9%.

El manual de crianza de tilapia menciona que este sistema se utiliza estanques pequeños de 500 a 1000 m<sup>2</sup> con alto recambio de agua (recambios de 250 a 600 litros/segundo). En este sistema las densidades de peces se encuentran en el rango de 80-150 peces/m<sup>2</sup>, lo que equivale a cargas máximas de hasta 90 kg/m<sup>2</sup>. En el cultivo semi-intensivo de tilapia el oxígeno disponible es de gran importancia (ALICORP, 2000).

En 1990, Castillero sugiere que la cantidad de alevines a sembrar en estanques de pre-cría sea de 20 peces/m<sup>2</sup> a 25 peces/m<sup>2</sup> con una duración de 4 a 6 semanas, esto depende del tamaño que se desee sacar. El tamaño obtenido bajo estas densidades es de 30 a 50 g en promedio: que sería lo ideal para estanques de engorde, obteniendo una sobrevivencia entre 80 y 90%. El autor concluye que las tilapias son de crecimiento rápido y puede incrementar su peso en una tasa de 1 g/día o más, llegando a conseguir crecimiento de 5 g/día.

#### **2.2.7.3 Tasa de alimentación**

Eraso (1996), mediante una tabla de alimentación para tilapia recomienda que para peces con peso promedio entre 1,0 y 5,0 g alimentar diariamente con raciones comprendidas entre 10 y 8 % de biomasa, distribuido en 8 raciones/día.

En 1995, Lim sostiene mediante una tabla de alimentación para tilapia roja. Para peces con peso comprendidos entre 1,0 y 5,0 g. Alimentar diariamente con raciones comprendidas entre 10 y 6% de biomasa, con frecuencia de 6 veces/día.

Según Wicki (1997), sostiene que “(...) durante la fase de pre-cría el alimento utilizado consistirá en una mezcla de harinas y granos molidos de igual granulometría (...) El porcentaje de peso a alimentar: 10% al inicio disminuyendo hasta 5% a la finalización del ciclo (...)”

Según Toledo et al. (1983), después de haber realizado una experiencia con alevines de tilapia que: “El mejor nivel de adición de alimento, de acuerdo al porcentaje de peso a alimentar: 10% al inicio disminuyendo hasta el 5% a la finalización del ciclo (...)”

La tasa de alimentación está relacionada con el índice de conversión alimenticio, de tal modo que existe un nivel óptimo de ella, en donde la utilización del alimento es máxima, lo que lleva consigo el mejor índice de transformación, sucediendo por debajo o encima de estos niveles que el índice de transformación aumenta, lo cual indica la necesidad de asignar correctamente la ración (Stickney, 1979) citado por (Comisión Asesora de Investigación Científica y técnica [CAICYT], 1987).

Como en otros peces, la tasa de alimentación es inversamente proporcional a su peso, lo cual podemos observar en la tabla N° 2.2 (Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura [INPA], 1996):

**Tabla 2.2. Tasa de alimentación para tilapia**

<b>Tamaño del pez (g)</b>	<b>Tasa de alimentación (% del peso)</b>
1,0-5,0	10-8
10-20	6-7
20-50	5,3

#### **2.2.7.4 Alimentación**

Stickney (1997) y Godínez (1988), mencionan que en muchos países la tilapias han sido cultivadas con alimentos que se elaboran para otros animales alimento tilapias con un alimento elaborado a base de subproductos agrícolas que contenía de 20 a 30% de proteína cruda. Citado por Cabrera et al., (2001).

El éxito de la producción de tilapias depende de la eficiencia en el cultivo, principalmente del manejo del alimento y técnicas de alimentación considerando la calidad y cantidad del alimento

suministrado (FONDEPES, 2004).

La tilapia es omnívora y su requerimiento y tipo de alimento varían con la edad del pez. Durante la fase juvenil pueden alimentarse tanto de fitoplancton, zooplancton así como de pequeños crustáceos. (FONDEPES, 2004)

Aspectos importantes sobre el alimento:

- El alimento representa entre el 50% y el 60% de los costos de producción.
- Un alimento mal manejado se convierte en el fertilizante más caro.
- Un programa inadecuado de alimentación disminuye la rentabilidad del negocio.
- Una producción semi-intensiva e intensiva depende directamente del alimento.
- El manejo de las cantidades y los tipos de alimento a suministrar debe ser controlado y evaluado periódicamente para evitar los costos excesivos.
- El sabor del animal depende de la alimentación suministrada.
- La subalimentación hace que el animal busque alimento del fondo y su carne adquiera un sabor desagradable. (FONDEPES, 2004)

Frecuencia de alimentación:

Lim (1997), dice que la tilapia es un pez que tiene una capacidad estomacal pequeña, por esto es necesario utilizar frecuencias de alimentación mayores que en otros peces tales como los salmónidos. Así mismo el uso de una frecuencia de la alimentación mayor reduce la disgregación del alimento en el agua que provoca pérdida de nutrientes en el agua.

Es necesario repartir la ración en por lo menos 5 e idealmente 8 aplicaciones diarias, ya que la tilapia responde mejor que el bagre y los salmónidos, debido a su hábito de alimentación continuo; así como a su menor capacidad estomacal. No se recomienda alimentar ad libitum, ya que ello puede resultar en un desperdicio de alimento (FONDEPES, 2004).

En la tabla 2.4 se observa la frecuencia de alimentación con respecto al peso promedio:

**Tabla 2.3. Frecuencia alimenticia para la tilapia**

<b>Talla (g)</b>	<b>Frecuencia alimenticia (veces/día)</b>
1-5	8
5-10	6
10-20	6
20-50	4

En cultivos extensivos a semi-intensivos no es recomendable agregar una cantidad de alimento cuyo consumo supere los 15 minutos, ya que esta misma abundancia tiende a que el animal coma

en exceso y no asimile adecuadamente el alimento. En sistema intensivo a super-intensivo el alimento debe permanecer menos de 1 a 1,5 minutos.

La transición de la dieta de los juveniles a la del adulto puede darse gradual o abruptamente. La dieta natural de las tilapias adultas es omnívora, sin embargo, varía según la especie (FONDEPES, 2004).

La frecuencia alimenticia recomendada para el cultivo de tilapia es de cuatro porciones diarias. Tung et al., (1991), indica que al alimentar híbridos de tilapia durante seis veces al día, su ganancia de peso fue similar a los peces alimentados dos veces al día.

La cantidad de alimento que se suministra a las tilapias depende de la especie, tamaño, temperatura del agua, densidad, aprovechamiento del alimento natural, nivel de energía en el alimento, calidad de agua, frecuencia de alimentación, presencia de peces agresivos y el estado de salud (Lim, 1997) citados por Cabrera et al., (2001).

#### Conversión alimenticia:

Se define como la cantidad de alimento suministrado (en kilogramos) para obtener 1 kg de carne de pez. En el cultivo de tilapia es posible obtener conversiones de 1:0,8 a 1:1,5, dependiendo del tipo de alimentación suministrado y estadio de desarrollo, siendo recomendable utilizar alimento extruido. Para este concepto se utiliza el llamado factor de conversión alimenticia (FCA), que se expresa mediante la siguiente fórmula: (FONDEPES, 2004)

$$TCA = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en el periodo (kg)}}{\text{Ganancia de peso de la población en el periodo (kg)}}$$

#### Requerimientos nutricionales:

##### ➤ Proteína

Las proteínas son los nutrientes más importantes para la vida y el crecimiento del pez. Para la alimentación de los peces en su diferente estadio, se debe tener en cuenta el nivel de proteína con el que se obtiene el máximo crecimiento. Asimismo, a medida que avanza el cultivo, este nivel de proteína que produce máximo crecimiento disminuye con el incremento del peso del pez. También se debe considerar que en la elaboración de alimentos balanceados para el cultivo intensivo de tilapia, el suplemento de proteína puede llegar a representar más del 50% del costo total del alimento. Por otro lado, también se debe tener en cuenta que el nivel de proteína en la dieta, la cual produce máximo crecimiento, se ve influenciada por múltiples factores como son (FONDEPES, 2004):

- a. El contenido de energía en la dieta.
- b. El estado fisiológico del pez (edad, peso y madurez).
- c. Factores ambientales (temperatura del agua, salinidad y oxígeno disuelto).
- d. La calidad de la proteína (nivel y disponibilidad de aminoácidos esenciales).
- e. Tasa de alimentación (FONDEPES, 2004).

Los requerimientos de proteínas para tilapia, según su estadio son los siguientes:

**Tabla 2.4. Requerimiento de proteína para tilapia**

FASE	NIVEL DE PROTEINA (%)
Pre-cría	45
Crecimiento (levante, pre-engorde)	40
Engorde	28-32
Reproductores	35

Existen dos fuentes de proteínas: las de origen vegetal y las de origen animal. Las materias primas que aportan proteínas de origen animal son las harinas de pescado, y de sangre principalmente. Las proteínas de origen vegetal se obtienen del polvillo de arroz, maíz, torta de soya, pasta de algodón, trigo, etc. (FONDEPES, 2004)

#### ➤ Lípidos

Los lípidos en el alimento para tilapia tienen dos funciones principales: como recurso de energía metabólica y como recurso de ácidos grasos esenciales. Los lípidos constituyen el mayor recurso energético (hasta 2,25 veces más que la proteína), y están muy ligados al nivel de proteína en la dieta. Así, para niveles de 40% de proteína se recomienda niveles de grasa de 6 a 8%. Con 35% de proteína el nivel de grasa es de 4,5 a 6 % y con niveles de 25 a 30% de proteína se recomienda de 3 – 3,5% de grasa. La relación proteína-grasa es crucial para cualquier dieta, un exceso de grasas en el alimento contamina el agua y un nivel insuficiente afecta el crecimiento. (FONDEPES, 2004)

#### ➤ Carbohidratos

Los carbohidratos son la fuente más barata de energía en la dieta; además de contribuir en la conformación física del pellet y su estabilidad en el agua. Los niveles de carbohidratos en la dieta de tilapia deben estar alrededor del 40% (FONDEPES, 2004)

➤ Vitaminas

La mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el pez, por lo tanto deben de ser suplidas en una dieta balanceada. Las vitaminas son importantes dentro de los factores de crecimiento, ya que catalizan todas las reacciones metabólicas. Los peces de aguas cálidas requieren entre 12 y 15 vitaminas en su dieta. El nivel de vitaminas utilizadas va a variar dependiendo del sistema de cultivo empleado (FONDEPES, 2004).

➤ Minerales

Los minerales son importantes ya que afectan los procesos de osmorregulación (intercambio de sales) a nivel de las células. También influyen en la formación de huesos, escamas y dientes. (FONDEPES, 2004)

El buen aprovechamiento del alimento dentro de una estación piscícola depende de varios aspectos:

- Líneas parentales utilizadas: Buena calidad de alevinos.
- Calidad del agua: La apetencia del pez es directamente proporcional a la calidad del agua.
- Palatabilidad del alimento: Aceptación del alimento por parte del pez.
- Presentación del alimento: Peletizado o extruido, alimento flotante o de hundimiento lento.
- Técnica de alimentación: Manejo y forma de alimentar.
- Control de la temperatura: Manejo de la temperatura dentro del cuerpo de agua. (FONDEPES, 2004)

## **2.2.8 Efecto de la temperatura sobre el crecimiento**

El efecto negativo sobre el crecimiento del pez cultivado, puede originar variaciones grandes de temperatura entre el día y la noche debiéndose subsanar con el suministro de alimentos con porcentajes altos de proteína (30 %, 32 %, etc.). Las variaciones altas de temperatura condicionan al animal haciendo más susceptible (Sánchez, 2000).

La mayor parte de tilapias no comen ni crecen a temperaturas debajo de 15° C y no desovan a temperaturas debajo de 10 °C. La tolerancia a temperaturas superiores varía entre 37 y 42 °C con



poca variación entre las especies (Chimits, 1957).

## **2.3 Glosario de términos básicos**

**Acidez:** Valor de la concentración de iones ( $H^+$ ) en una disolución. Contenido de ácido en una disolución.

**Aclimatación:** Adaptación de un individuo a un cambio climático. Adaptación de una población o una especie a tal cambio en el transcurso de generaciones. Adaptación de un individuo a un medio ambiente determinado.

**Acondicionamiento:** En acuicultura, conjunto de procesos a los que se someten los reproductores de peces, moluscos, crustáceos y algas, para conseguir su maduración sexual fuera, tanto espacial como temporalmente, de su ambiente natural.

**Acuicultura:** Conjunto de actividades encaminadas al cultivo de especies acuáticas.

**Agalla:** Branquia de los peces y anfibios, así como de las larvas de algunos invertebrados (crustáceos, moluscos, etc.). Órgano respiratorio.

**Agente infeccioso:** Factor biótico con capacidad para provocar infecciones, cuando se incluyen en otro ser vivo hospedador.

**Alcalinidad:** Propiedad de las sustancias químicas capaces de ceder iones ( $OH^-$ ) cuando están en disolución acuosa.

**Amoníaco:** Compuesto de nitrógeno e hidrógeno de fórmula  $NH_3$ . En condiciones ambientales es un gas de olor irritante, soluble en el agua y fácilmente licuable.

**Biología:** Ciencia que estudia los seres vivos y los fenómenos vitales en todos sus aspectos.

**Biomasa:** Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente directa o indirecta de energía. Peso seco de materia viva por unidad de volumen o superficie de un determinado hábitat.

**Biometría:** La biometría en piscicultura es el trabajo que se realiza para conocer la cantidad de

alimento que se suministrará a los peces criados en un estanque o un tajarar.

Branquia: Órgano respiratorio acuático.

Crecimiento: Aumento imprescindible y gradual de tamaño del organismo de un ser vivo hasta alcanzar la madurez.

Cosecha: Conjunto de individuos de una especie acuática recogido del medio natural o de la instalación de cultivo para su venta.

Cultivo: Acción o actividad de cultivar algo.

Disco Secchi: El Disco Secchi se utiliza para medir la claridad aproximada o la transparencia del agua. Es un instrumento estándar para medir la visibilidad relativa o la profundidad de la luz en el agua. De esta forma permite evaluar la turbidez. Simplemente se sumerge el disco en el agua hasta cuando desaparezca. Apenas desaparezca o deje de ser visible, se anota la profundidad.

Densidad: Medida total de una cantidad por unidad de espacio. Masa de una sustancia por unidad de volumen. Número de ejemplares por unidad de área.

Depredador: Animal que ataca y mata a otros para procurarse alimento.

Endémicos: Propio u originario de una región. Proceso infeccioso o parasitario que se mantiene permanente en un área o región geográfica con índices estables.

Engorde: Aumento de la masa corporal. En piscicultura, conjunto de técnicas empleadas en las instalaciones de cultivo de peces para obtener animales de talla comercial.

Escama: Estructuras protectoras de origen dérmico que protegen la piel de los peces. Hay muy diferentes tipos de escamas: cicloideas, cosmoidea, ganoidea.

Especie: Nivel taxonómico fundamental. Grupo de individuos vegetales o animales, que se reproducen entre sí y tienen un origen común. Se designa binomialmente, con el nombre del género y el específico, como por ejemplo *Oreochromis niloticus*.

Estanque: En acuicultura, extensiones de agua retenidas por un fondo y paredes de tierra. Puede ser natural o artificial.

Excreción: Eliminación por una célula u organismo de sustancias excedentes del metabolismo, inútiles o peligrosas.

Fitoplancton: Plancton formado por vegetales, principalmente algas microscópicas.

Fotosíntesis: Síntesis de azúcares realizada en presencia de luz en las células que tienen clorofila a partir del anhídrido carbónico y agua.

Género: En biología, categoría taxonómica que incluye una o varias especies con características fundamentales comunes.

Gónada: Órgano sexual productor de gametos: el ovario en la hembra y el testículo en los machos. Pueden ser órganos únicos, dobles o múltiples para cada individuo, según la especie.

Hábitat: Lugar donde vive un organismo. Por extensión, lugares donde viven los individuos de una especie, género, etc.

Higiene: En acuicultura, por extensión de la acepción médica, parte de la ciencia acuícola que tiene por objeto la conservación de la salud de los animales cultivados o estabulados. En acuicultura, conjunto de actividades realizadas con el fin de conservar la salud de los animales cultivados o estabulados.

Ictiómetro: Es un aparato de uso en Ictiología que permite cuantificar la longitud de los peces. Puede emplearse en el campo, con peces vivos o anestesiados, o en el laboratorio, sobre ejemplares fijados. Consiste en dos placas lisas dispuestas perpendicularmente, a modo de escuadra.

Infección: Estado patológico en un organismo provocado por la contaminación de un agente patógeno. Entrada, desarrollo y multiplicación de agentes patógenos en el organismo que provocan en éste una reacción morbosa, perceptible o no.

Inapetencia: Falta de apetito.

Juvenil: En piscicultura, peces en fase de inmadurez, normalmente desde la fase de post-larva hasta que alcanzan la madurez sexual.

Larva: Fase del ciclo vital de numerosos animales que, tras sufrir cambios morfológicos más o menos profundos, se transforman en adultos.

Letargo: Estado de somnolencia profunda y prolongada.

Levante: En piscicultura etapa comprendida entre los 5 y 80 g.

Metabolismo: Proceso del organismo que incluye digestión, respiración y síntesis de moléculas y estructuras químicas. Comprende el anabolismo y catabolismo.

Muestra: En biología, subconjunto de elementos pertenecientes a una comunidad sometida a estudio; cada uno de los elementos empleados en el estudio de una comunidad.

Muestreo: Operación de separar un número previo fijado de muestras de un lote, comunidad, población, etc., con el fin de obtener unos resultados analíticos fiables, representativos del conjunto.

Nutrición: Proceso en virtud del cual los organismos incorporan materia del medio ambiente, la transforman en materia propia y energía y expulsan los productos de desecho. Según que la materia incorporada sea fundamentalmente orgánica o inorgánica, se distinguen la nutrición autótrofa y heterótrofa.

Piscicultura: Piscicultura proviene del latín “piscis”, significa “pez” y “cultura” de “cultivo”. La piscicultura es un grupo de actividades, técnicas y conocimientos de crianza de especies acuáticas vegetales y animales que permiten arrojar y controlar la reproducción de peces y de otros animales acuáticos.

Red chinchorro: El chinchorro es una serie de hilos, tejidos y amarrados a una relinga superior o de flotadores y a una relinga inferior de plomos, que se emplea para capturar peces. Pueden ser fabricados con fibra natural como el cáñamo, fique, o con fibra sintética como nailon, kuralón según el animal acuático a capturar, así como de su hábitat y la técnica de pesca.

Reversión sexual: Aplicación de hormonas a alevines, cuando comienza su diferenciación de su tejido gonádico, para inducir la producción de solo machos o hembras, según lo que se desee, con lo que los cultivos se conocen como monosexo, reduciendo de esta, manera el riesgo de la reproducción.

Talla comercial: En acuicultura, talla que los animales han de adquirir para su venta.

Frecuentemente, aunque no siempre, coincide con la talla mínima legalmente autorizada.

## **2.4 Marco referencial**

Desde los años 70 la producción acuícola ha crecido substancialmente contribuyendo enormemente a la seguridad alimentaria mundial, y de la cual el género tilapia es el segundo grupo más importante después de las carpas chinas, con una producción que superara los 1 500 000 de toneladas métricas, lo cual cobra importancia si consideramos que en 1989 la producción fue de 363 326 TM, incrementándose en solo 10 años (1999) hasta 1 099 053 TM, que equivalen a US \$ 1,4 billones de dólares.

La producción de Tilapia en América en el año 2000 fue de 260 462 TM, presentando enorme crecimiento en los últimos años, los mayores productores fueron México (102 000 TM), Brasil (45 000 TM), Cuba (39 000 TM), Colombia (23 000 TM), Ecuador (15 000 TM), Costa Rica (10 000 TM), USA (9 072 TM), Honduras (5 000 TM), y el resto (12 420 TM), se calcula que para el año 2010 la producción se incrementará hasta las 500 000 TM y se duplique en el año 2020. De los 5 países más poblados del mundo, 4 se encuentran entre los mayores productores y consumidores de tilapia en el mundo: China, Estados Unidos, Indonesia y Brasil (Fitzsimmons, 2004).

La tilapia presenta un mercado internacional caracterizado por ofrecer una demanda en constante incremento, principalmente en el mercado Norteamericano; en base a la excelente calidad de su carne la cual posee una buena textura, color y sabor para ser preparado culinariamente en distintas formas; por estas razones este mercado es el más grande importador de tilapia roja en el mundo, que es abastecido en su mayor parte en Latinoamérica por Costa Rica y Ecuador, debido a entre otros factores a su cercanía geográfica (Sánchez, 2001).

En el desarrollo cronológico de la acuicultura en Perú, las truchas son los organismos pioneros (las primeras importaciones parecen haber tenido lugar en 1928) (FAO, 2014). Para 1974, existían 17 estaciones dedicadas a la acuicultura en el país, en su mayoría administradas por el Instituto del Mar del Perú y por el Ministerio de Pesquería; la Estación de Tarapoto, Departamento de San Martín, destacaba porque venía desarrollando diversas experiencias de cultivos de peces tropicales destinados a mejorar las producciones existentes, empleando para ello especies nativas y exóticas (Saldaña et al., 1986).

La producción de tilapia en el Perú ha sido muy variable hasta 1990, siendo el Departamento de San Martín el de mayor producción, llegando a sobrepasar las 1100 Ton/mes, las cuales fueron comercializadas dentro del propio departamento (Baltazar, 2007).

A partir del 2001 se le dio mayor importancia al cultivo de tilapia surgiendo varias empresas, siendo las más importantes y que aún persisten, AcuaHuaura S.A.C. (Huacho), Melis Fishery S.A. y American Quality Acuaculture S.A. (Piura). En el sector estatal destaca la labor del Fondo

Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES). Durante el 2004 el Perú se ubicó dentro de los 10 primeros países a nivel mundial como exportador de filetes frescos de tilapias y ocupó el sexto país exportador al mercado norteamericano. El 2005 descendió el volumen exportador, ocupando el onceavo puesto, ello debido a la fuerte sequía en la zona norte que enfrentaron las principales empresas exportadoras de tilapia (Baltazar, 2007).

Es en base a esta ventaja geográfica y con el objetivo de tomar un segmento de este mercado Norteamericano, que la zona norte del Perú, específicamente Piura y Tumbes han iniciado el desarrollo de la Acuicultura de Tilapia roja con la intervención de algunas empresas pesqueras muy importantes del sector, que están desarrollando proyectos pilotos de producción como es el caso de las empresas, Santa Mónica-Conserva Garrido y Tilapia Perú en Piura y Comercializadora y Exportadora COEX S.A en Tumbes; obteniendo resultados promisorios como es el caso de la empresa Santa Mónica-Conserva Garrido, que obtuvo una producción de 24 Ton/ ha, a los 18 meses; esta empresa y Tilapia Perú han instalado sus respectivos laboratorios de producción de semilla en base a progenitores de alta calidad genética importados desde Estados Unidos y Panamá respectivamente (Sánchez, 2001).

FONDEPES en el Perú inicio la producción experimental de tilapia roja en jaulas en el reservorio de Poechos (provincia de Lancones, Piura), con resultados prometedores. Aparece en el Perú una empresa de capital extranjero con la asesoría del grupo israelita APT, AMERICAN QUALITY AQUACULTURE S.A. (AQUA S.A), en la provincia de Sullana, Distrito de Lancones (Piura), que pretende implementar un cultivo super-intensivo con Tilapia áurea resistente a las aguas frías típicas de la zona, empleando estanques en cemento con una captación de 6 m<sup>3</sup> de agua/segundo procedente de la Represa de Poechos, construida sobre 32 Ha de terreno, emplea aireadores de paletas (Hurtado, 2002).

El orden cronológico de la introducción en el Departamento de Piura, se inicia con *Tilapia rendalli* “tilapia blanca”; (introducida en el país en el año 1956). En la región norte, entre los años 1970 y 1971, el Ministerio de Agricultura instaló un centro piscícola en Cruceta sector de la colonización San Lorenzo, Piura, donde se iniciaron las experiencias de adaptación conjuntamente con especies tropicales procedentes de la Amazonía peruana, tales como *Arapaima gigas* “paiche”, *Cichla ocellaris* “tucunaré”, *Astronotus ocellatus* “acarahuazu”, lográndose como resultado la adaptación de todas ellas; pero presentaron mejores ventajas las especies *Tilapia rendalli* y *Arapaima gigas* “paiche”, las cuales se trasladaron a la represa de San Lorenzo donde lograron establecerse (Marcial y Gálvez, 2000).

*Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” y *Oreochromis hornorum*, fueron introducidas en 1986, por el Ministerio de Pesquería en la zona de San Juan de Curumuy (Piura) (León et al., 1987).

El orden cronológico de la introducción en el Departamento de Piura, se inicia con *Tilapia rendalli* “tilapia blanca”; (introducida en el país en el año 1956). En la región norte, entre los años 1970 y 1971, el Ministerio de Agricultura instaló un centro piscícola en Cruceta sector de la

colonización San Lorenzo, Piura, donde se iniciaron las experiencias de adaptación conjuntamente con especies tropicales procedentes de la Amazonía peruana, tales como *Arapaima gigas* “paiche”, *Cichla ocellaris* “tucunaré”, *Astronotus ocellatus* “acarahuazu”, lográndose como resultado la adaptación de todas ellas; pero presentaron mejores ventajas las especies *Tilapia rendalli* y *Arapaima gigas* “paiche”, las cuales se trasladaron a la represa de San Lorenzo donde lograron establecerse (Marcial y Gálvez, 2000).

*Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” y *Oreochromis hornorum*, fueron introducidas en 1986, por el Ministerio de Pesquería en la zona de San Juan de Curumuy (Piura) (León et al., 1987).

En el año 1991, con financiamiento del fondo contravalor Perú-Canadá, se ejecutó el proyecto desarrollo acuícola y pesquero en el reservorio de Poechos, ubicado en la cuenca del río Chira, el cual contemplaba la introducción de *Oreochromis niloticus* “tilapia del Nilo”, en cantidades que oscilaban alrededor de 3,2 millones de juveniles al año, procedentes de la reproducción en un sistema de estanques que también incluía el proyecto (Marcial y Gálvez, 2000).

## 2.5 Hipótesis

Hipótesis general:

Hi: La densidad influye en el crecimiento de *Oreochromis niloticus* en la etapa de levante.

Ho: La densidad no influye en el crecimiento de *Oreochromis niloticus* en la etapa de levante.

Hipótesis específicas:

Ha: El crecimiento de *Oreochromis niloticus* será mayor a una densidad de 15 individuos/ m<sup>2</sup> que a una de 30 individuos/ m<sup>2</sup>.

Ho: El crecimiento de *Oreochromis niloticus* no será mayor a una densidad de 15 individuos/ m<sup>2</sup> que a una de 30 individuos/ m<sup>2</sup>.

### III. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Enfoque y diseño

Enfoque Cuantitativo: Diseño experimental.

#### 3.2 Sujetos de la investigación

Se estudió juveniles de *Oreochromis niloticus* (Tilapia nilótica o del Nilo).

La tilapia es un pez endémico originario de África y el Cercano Oriente, en donde su cultivo se inicia en 1820 y de ahí se ha extendido a gran parte del mundo, siendo considerada la tercera especie más cultivada después de las carpas y los salmónidos.

Esta especie viene incrementando su cultivo anualmente, a tal punto que se cultiva en 85 países y es considerada la especie cuyo cultivo será el más importante en la centuria que recién se inicia (FONDEPES, 2004).

De acuerdo a la clasificación de Berg y Trewavas (1983), la tilapia nilótica se clasifica de la siguiente manera:

Phyllum	:	Vertebrata
Subphyllum	:	Craneata
Superclase	:	Gnathostomata
Serie	:	Piscis
Clase	:	Teleostei
Subclase	:	Actinopterygii
Orden	:	Perciformes
Suborden	:	Percoidei
Familia	:	Cichlidae
Género	:	<i>Oreochromis</i>
Especie	:	<i>niloticus</i>

##### 3.2.1 Distribución de la especie:

Según Arredondo et al. (1994), estos peces se introdujeron en forma acelerada hacia otros países tropicales y subtropicales en todo el mundo Indonesia, Malasia, Singapur, Filipinas, Japón, Tailandia, Israel, Inglaterra, Bélgica, Canadá, Estados Unidos, Puerto Rico, Islas del Caribe, Centroamérica, Colombia, Venezuela, Ecuador y Brasil; recibiendo el sobrenombre de “gallinas acuáticas”, ante la aparente facilidad de su cultivo.

Al Perú es introducida desde Brasil en 1996 a la región de San Martín, laguna Sauce (Castillo, 2001).



### **3.2.2 Características generales:**

*Oreochromis niloticus* se caracteriza por tener un cuerpo verde metálico, ligeramente gris (macho), cabeza verde metálico, color de ojos café, región ventral gris plateado, papila genital blanca, borde de aleta dorsal negra a oscura, porción de la aleta caudal roja, bandas negras, bien definidas, borde circular, perfil dorsal convexo, labios negros (Ministerio de la producción [PRODUCE], 2004).

### **3.2.3 Características biológicas:**

Tienen una tendencia hacia hábitos alimenticios omnívoros, aceptan fácilmente alimentos elaborados artificialmente. Para reproducirse necesitan temperaturas superiores a los 20 °C. El número de huevos por desove, como el tamaño de los huevos es proporcional al peso corporal de la hembra. La hembra de la especie *Oreochromis niloticus* incuba sus huevos y las crías en la boca, los machos permanecen en el área de nidación, delimitando y protegiendo su territorio.

Las tilapias alcanzan su madurez sexual a un tamaño pequeño y a una edad temprana. En la fase de engorde los peces empezaran a reproducirse en el estanque. Esta reproducción no deseada interferiría con el desarrollo normal de los peces sembrados originalmente en el estanque (una sobrepoblación en el estanque provoca un “enanismo” general de los peces) y reduciría la rentabilidad del cultivo.

Las tilapias viven en aguas estancadas o con poca corriente y encuentran refugio en las márgenes de los pantanos y riberas bajo el ramaje entre piedras y raíces de plantas acuáticas. Muchas especies son de hábitos territoriales particularmente durante la temporada de reproducción. Su territorio se observa claramente definido y defendido de los depredadores e intrusos que atacan a sus crías, y puede ser fijo o desplazarse a medida que las crías nadan en busca de alimento (FONDEPES, 2004).

### **3.2.4 Ciclo de vida:**

Cantor (2007), el ciclo de vida de la tilapia comprende solo 4 etapas básicas:

Desarrollo embrionario.-

Cuando se lleva a cabo la fecundación a medida que avanza la división celular las células comienzan a envolver el vitelo hasta rodearlo completamente, dejando en el extremo una abertura

que más tarde se cierra. Posteriormente, una vez formada la mayor parte del organismo, el embrión comienza a girar dentro del espacio peri-vitelino, ese movimiento giratorio y los demás movimientos se hacen más enérgicos antes de la eclosión. Los metabolitos del embrión contienen algunas enzimas que actúan sobre la membrana del huevo y la disuelven desde adentro, permitiendo al embrión romperla y salir fácilmente.

#### Alevín.-

Es la etapa el desarrollo subsecuente al embrión y a la eclosión, dura alrededor de 3 a 5 días, en esta fase, el alevín, se caracteriza porque presenta un tamaño de 0.5 a 1 cm y posee un saco vitelino en el vientre que es de donde se alimenta los primeros días de nacido. Posteriormente a esta talla se le considera cría.

#### Cría.-

Se les llama cría cuando los peces han absorbido el saco vitelino y comienzan a aceptar alimento balanceado, y han alcanzado una talla de 1 a 5 cm de longitud

#### Juvenil.-

Son peces con una talla que varía entre 5 y 10 cm, la cual alcanza a los 2 meses de edad y aceptan alimento balanceado para crecimiento

#### Adulto.-

Es la última etapa del desarrollo, los individuos presentan tallas entre 10 y 18 cm y pesos de 70 a 100 g características que obtienen alrededor de los 3.5 meses de edad.

**TABLA 3.5. Tallas y pesos estimados para cada etapa de vida de la tilapia**

ESTADIO	TALLA (cm)	PESO (g)	TIEMPO (días)
Huevo	0,2-0,3	0,01	3-8
Alevín	0,5-1,0	0,10-0,12	10-15
Cría	1-5	0,5-4,7	15-30
Juvenil	5-10	10-50	45-60
Adulto	10-18	70-100	70-90

Ventajas de la especie como cultivo:

- Crecimiento rápido.
- Hábitos alimenticios adaptados a alimento artificial.
- Tolerancia a altas densidades de siembra.
- Tolerancia a bajas concentraciones de oxígeno.
- Tolerancia a altos niveles de amonio y bajos valores de pH.
- Fácil manejo, resistencia al manipuleo en: siembra, traslados y cosechas.
- Capacidad de alcanzar tamaños comerciales antes de su madurez sexual.
- Facilidad de reproducción.
- Apariencia atractiva para diferentes mercados.
- Buena conversión alimenticia, ganancia de peso, sobrevivencia, etc. (FONDEPES, 2004).

### 3.3 Métodos y procedimientos

En la presente investigación se desarrolló una Acuicultura continental del tipo de piscicultura semi-intensiva, monocultivo, en estanques con abastecimiento de agua proveniente del reservorio de Poechos.

#### 3.3.1 Acondicionamiento de las unidades experimentales

Se utilizaron cuatro unidades experimentales (Figura 3.1), estanques enlajados de 40 m<sup>2</sup> cada uno, los cuales fueron previamente acondicionados y preparados. Se realizó la limpieza de los estanques, es decir malezas y vegetación que se encontraban dentro y fuera de los estanques (Figura 3.2). Así mismo se hizo la limpieza del canal de abastecimiento de agua. El sistema de ingreso y salida de agua al estanque fue a través de un tubo de 4 pulgadas protegiéndolo con un filtro de celosilla (1mm de abertura) para evitar el ingreso y salida de los peces así como de otras especies de peces y/o materiales extraños al estanque (Figura 3.3 y Figura 3.4).



**Figura 3.1. Unidades experimentales**



**Figura 3.2. Preparación de ingreso y salida del agua**



**Figura 3.3. Tubos de entrada y salida de agua deteriorados**



**Figura 3.4. Cambio de tubos deteriorados**

Los estanques fueron desaguados para eliminar todo tipo de materia orgánica del fondo, para ello se utilizó una motobomba de 4 pulgadas de succión (Figura 3.5); los monjes se encontraban obstruidos y no se utilizaron durante la investigación (Figura 3.6) además se utilizó palas y baldes para quitar todo el fango que quedaba en los estanques (Figura 3.7). Como medida profiláctica, se desinfectó con cal viva a razón de 800 kg/ha. (Figura 3.8).



**Figura 3.5. Desaguado de los estanques**



**Figura 3.6. Monjes en mal estado**



**Figura 3.7. Limpieza de estanques**



**Figura 3.8. Desinfección de estanques**

Los estanques se dejaron secar una semana luego se procedió al llenado, se optó por no agregar



fertilizante debido a que el alimento balanceado, proporcionado, y las excretas actuaron como abono, logrando obtener producción primaria en una semana; se realizó un control de la transparencia del agua del estanque con un disco Secchi con un diámetro de 20 cm sumergiendo el disco en el agua hasta cuando desapareciera y anotando la profundidad, esto se realizó cada catorce días. Los recambios de agua se realizaron semanalmente con motobomba de 4 pulgadas de succión bajando el nivel hasta 30 cm de agua y dejando libre la salida para que pueda drenar la mayor parte del agua, la frecuencia con la que se realizó fue de acuerdo al requerimiento del cultivo, se optó por no colocar red anti pájaros debido a que no presentaba amenaza de cualquier tipo de ave y a la vigilancia constante por parte del cuidador del cultivo.

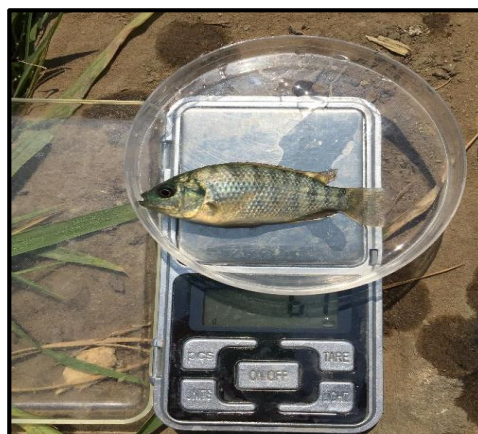
### 3.3.2 Selección de la población

Para la realización de la fase experimental de levante se trabajó con un tote de 3 600 peces de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, revertidos sexualmente, provenientes de un trabajo de investigación, segundo alevinaje; los cuales fueron adquiridos en la Estación Pesquera de Marona de la ciudad de Moyobamba del departamento de San Martín.

La selección de los ejemplares para la presente investigación se hizo con ejemplares que presentaban longitud y peso homogéneos (Figura 3.9), con pesos promedios de 6 g aproximadamente, distribuidos en los estanques, de acuerdo a los tratamientos y las repeticiones correspondientes (Figura 3.10). Se utilizó una red chinchorro para capturar los peces, mediante un barrido al estanque con mucha precaución, para evitar maltratarlos, (Figura 3.11). Se utilizaron tinajas de 90 L y baldes de 5 L de capacidad para ser seleccionados y posteriormente sembrados (Figura 3.12).



**Figura 3.9. Selección de ejemplares**



**Figura 3.10. Selección de ejemplares con 6 g peso promedio**



**Figura 3.11. Captura de *Oreochromis niloticus***



**Figura 3.12. Juveniles de Tilapia Nilótica en tinas y baldes**

### 3.3.3 Siembra de *Oreochromis niloticus*

Una vez seleccionados los ejemplares fueron llevados a los estanques donde se realizó la investigación. Fueron distribuidos de acuerdo a las densidades estipuladas en el proyecto. La aclimatación no fue necesaria debido a que el estanque de estabulación donde se encontraban los peces se encontraba a escasa distancia de los estanques donde se realizaría la siembra.

### 3.3.4 Densidad de siembra

Las densidades de siembra fueron de 15 peces/m<sup>2</sup> (T1) y 30 peces/m<sup>2</sup> (T2) con dos repeticiones por tratamiento, de la siguiente manera:

**Tabla 3.6. Densidades, individuos/ m<sup>2</sup> y número de repeticiones por tratamiento**

Densidad de siembra Individuos/m <sup>2</sup>	Tratamiento y Repeticiones
15	T1 (R1 y R2)
30	T2 (R1 y R2)

### 3.3.5 Alimento y alimentación

La alimentación de los juveniles de tilapia se llevó a cabo después de 24 horas de haber realizado la siembra, periodo de tiempo necesario para recuperarse del estrés causado por el manejo de siembra.

Se les proporcionó alimento balanceado para tilapia, teniendo en cuenta su composición. El alimento balanceado utilizado fue de marca PISCIS fabricado por GISIS S.A producido en Ecuador y distribuido desde Jaén hasta nuestra región (Figura 3.13).

Los primeros 45 días de iniciada la fase experimental se les dio un alimento con 45% de proteína, tamaño de pellets 1,2 mm, se eligió este alimento ya que este se suministra a peces de 5 a 15 g y el cultivo contenía peces con 6,0 y 6,70 g peso promedio y en los siguientes 40 días se le cambio a 38% de proteína, tamaño de pellets 2,0 mm, debido a que este se les suministra a peces con 15 a 50 g de peso promedio.

**Tabla 3.7. Programa de alimentación recomendado**

ALIMENTO PISCIS		Tamaño del alimento Proteína	Proteína	Peso	Tasa de alimentación % de peso vivo por día	Frecuencia de alimentación
<b>ALEVINES</b>	T-450	0,250-0,300 mm	45 %	< 1 g	10-30	8 veces al día
	T-450	0,9 mm	45 %	1-5 g	8-12	8 veces al día
	T-450	1,2 mm	45 %	5-15 g	8-12	8 veces al día
<b>INICIO</b>	T-380	2 mm	38 %	15-50 g	6-8	5-6 veces al día
<b>CRECIMIENTO</b>	T-320	4 mm	32 %	50-200 g	3-6	3-4 veces al día
	T-320	7 mm	32 %	200-500 g	3-6	3-4 veces al día
<b>ENGORDA</b>	T-280	5 mm	28 %	200-500 g	1-3	2-3 veces al día
	T-280	10 mm	28 %	500-900 g	1-3	2-3 veces al día
	T-240	5 mm	24 %	500-900 g	1-3	2-3 veces al día

FUENTE: GISIS S.A. 2018

**Tabla 3.8. Especificaciones nutricionales**

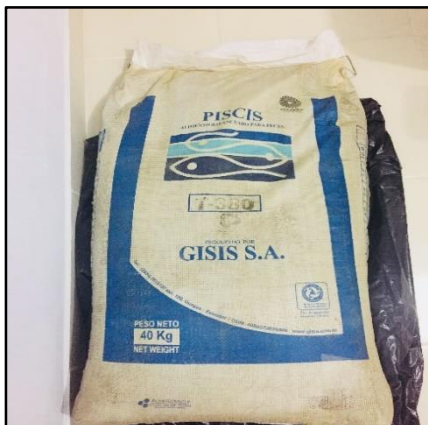
SPECIFICACIONES NUTRICIONALES		ALEVINAJE T-450	INICIAL T-380	CRECIMIENTO T-320	PRODUCCION-ENGORDE	
					T-280	T-240
Humedad	%	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Proteína	%	45,0	38,0	32,0	28,0	24,0
Grasa	%	10,0	8,0	7,0	6,0	5,0
Fibra	%	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Cenizas	%	12,0	9,0	9,0	10,0	10,0

FUENTE: GISIS S.A. 2018

El ajuste de la dieta se realizó cada vez de realizado el respectivo muestreo biométrico. El sistema de alimentación que se utilizó fue al voleo distribuido en todo la superficie del estanque y así todos los peces pudieron tener acceso al alimento (Figura 3.14).

El racionamiento y tasa de alimentación, se realizó en base al porcentaje en peso de la biomasa existente en cada estanque. Durante los primeros 45 días se le racionó con 10% de la biomasa y los otros 40 días con el 8%, completando así los 85 días, que es el tiempo de la fase experimental. La frecuencia de alimentación fue de 3 raciones diarias distribuidas en las horas de 07:00, 13:00 y 18:00 horas; suspendiendo la ración diaria correspondiente cuando se realicen los muestreos.

En este sistema se utilizarán alimentos extruidos flotantes con niveles de proteína de 45 - 38 % con alta calidad de molienda y tamaños variados dependiendo del tamaño del pez.



**Figura 3.13. Alimento Piscis**



**Figura 3.14. Alimentación al voleo**

### **3.3.6 Limpieza periódica de los estanques**

Constantemente se limpiaron las mallas ubicadas en el ingreso y salida del agua, para permitir un cambio fluido de agua en el estanque, debido que el agua del abastecimiento transportaba algas y otros vegetales además de fauna acompañante como ranas y otros peces (Figura 3.15).

Además se cortaba la maleza semanalmente que crecía al borde de los estanques para eliminar los insectos que caían a los estanques en horas de la noche.



**Figura 3.15. Limpieza de filtros**

### **3.3.7 Evaluaciones de crecimiento**

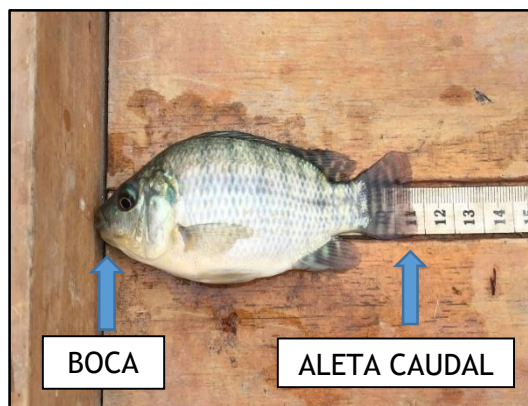
#### **3.3.7.1 Determinación biométrica**

Las evaluaciones se hicieron cada 14 días hasta completar los 85 días lo que permitió hacer ajustes en la cantidad de alimento, se midió el peso húmedo y la longitud total de una muestra representativa y aleatoria del 10 % de la población de cada estanque; se utilizó un ictiómetro de madera de 30 cm graduado con exactitud de 1 mm; se consideró longitud total desde el inicio de



la boca hasta la aleta caudal (Figura 3.16). Para determinar el peso se utilizó una balanza digital de 500 g, con una exactitud de 0,1 g, estos valores se registraban en la libreta de campo (Figura 3.17).

Para la captura de los alevines, se empleó una red chinchorro, de paño anchovetero, de 20 m de longitud por 2,50 m de altura. Se utilizaron baldes y tinas para colocar las muestras.



**Figura 3.16. Biometría (talla) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”**



**Figura 3.17. Biometría (peso) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”**

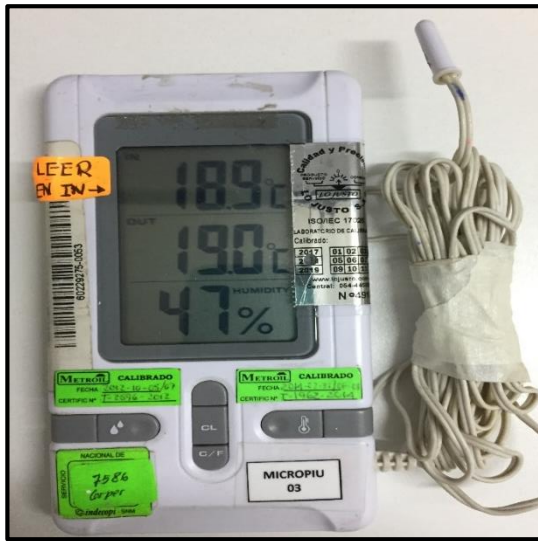
### 3.3.7.2 Registro de los parámetros físico – químicos durante la investigación

Los parámetros físicos y químicos evaluados fueron temperatura, pH y oxígeno disuelto. Los datos obtenidos fueron registrados en fichas de muestreos.

- Temperatura: Para determinar la temperatura del agua se utilizó un termohigómetro marca Radioshack calibrado 0 a 50 °C modelo 63-1032 (Figura 3.18), con una tolerancia  $\pm 1$  °C. El monitoreo de temperatura superficial del agua se realizará tres veces por día (07:00, 13:00 y 18:00 horas).
- Oxígeno disuelto: Los registros de oxígeno disuelto del agua se realizó cada 14 días a las 08:00 horas, se expresó en ppm, para lo cual se utilizó un medidor multiparamétrico portátil marca WTW modelo Multi350i con serie de indicador 12230051 con un tipo de sensor Termistor, calibrado (Figura 3.19).
- Potencial de hidrogeniones: El monitoreo del pH se realizó cada 14 días mediante un medidor multiparamétrico portátil marca WTW modelo Multi350i, a las 08:00 horas.
- Transparencia: La transparencia del agua expresada en centímetros, se determinó cada 14 días a las 08:00 horas con el disco Secchi de 20 cm de diámetro (Figura 3.20).

Los datos se registraron en fichas de campo y se procesaron con los registros biométricos (pesos y tallas); se evaluó el comportamiento de las condiciones ambientales, se determinó realizar las

medidas a esta hora debido a que eran las horas más críticas de ingreso de agua, por el cierre de compuerta o por el desvió hacia los cultivos de regadío.



**Figura 3.18. Termomehigómetro**



**Figura 3.19. Medidor multiparámetro**



**Figura 3.20. Medición de transparencia (Disco Secchi)**

### **3.3.7.3 Análisis e interpretación de parámetros**

Para la realización del presente trabajo se aplicó el diseño experimental conocido como “diseño completamente al azar” DCA (Calzada, 1982).

#### **Análisis Estadístico:**

Los resultados del experimento fueron sintetizados en una base de datos del programa estadístico IBM SPSS 25.0, en el cual se lograron todos los resultados descriptivos y se hizo la contrastación

de las hipótesis de investigación además se utilizó el programa Excel 2013 para corroborar y realizar cálculos y gráficos.

Previamente a la realización del experimento, se verificó que las poblaciones correspondientes a las dos densidades de siembra, 15 peces/m<sup>2</sup> y 30 peces/m<sup>2</sup>, tengan características homogéneas, requisito fundamental para utilizar el diseño elegido (Diseño completamente al azar). Para determinar si la población inicial de *Oreochromis niloticus* distribuida en los tratamientos era homogénea o no estadísticamente, con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$  (significativa).

En el análisis descriptivo se utilizó indicadores estadísticos como la media y la desviación estándar, mientras que el análisis inferencial está ligado a las hipótesis de investigación.

Para contrastar las hipótesis de investigación se utilizó la técnica del análisis de varianza (ANOVA), el análisis de varianza utiliza la prueba F de Fisher, y requiere que los datos cumplan con los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad de los datos (Manzano, 1997).

La prueba F de Fisher permite aceptar o rechazar las hipótesis nula, de que no existen diferencias significativas entre los promedios sometidos a comparación. Para decidir si se acepta o rechaza dichas hipótesis se evalúa el nivel de significación (Sig.) de la prueba proporcionado por el programa IBM SPSS, comparándolo con el nivel de significación de la prueba del 0,05, correspondiente a un nivel de significación del 5%.

Las hipótesis nula se rechaza, cuando el valor Sig., proporcionado por el programa es inferior a 0,05 (Sig.<0,05), en caso contrario, se concluye que no hay evidencias suficientes que conduzcan a rechazar dicha hipótesis.

Factor de Conversión Alimenticia.-

Se determinó si nuestro cultivo se desarrolló favorablemente aprovechando el alimento, gramos de alimento consumido, por cada gramo de peso ganado (Hepher, 1991).

$$F.C.A = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrado en un tiempo}}{\text{Incremento en peso de la poblacion en igual tiempo}}$$

Tasa de crecimiento Absoluto en Peso.-

Se determinó cada 14 días en base a los controles biométricos, la tasa del crecimiento mediante la fórmula (Hepher, 1991). Se expresó en g/día.

$$T.C.W = \frac{(\text{Peso promedio final}) - (\text{Peso promedio inicial})}{\text{Periodo de días}}$$

Tasa de crecimiento Absoluto en Longitud.-

Se determinó cada 14 días en base a los controles biométricos, la tasa del crecimiento mediante la fórmula (Hepher, 1991). Se expresó en cm/día.

$$T.C.W = \frac{(\text{Longitud promedio final}) - (\text{Longitud promedio inicial})}{\text{Periodo de días}}$$

Producción.-

La producción se expresó en Kg/m<sup>2</sup>, se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Producción} = \frac{\text{Biomasa producida}}{\text{m}^2}$$

Mortalidad.-

Se determinó considerando los peces muertos durante el periodo de crianza, verificando por conteo final en el momento de la cosecha. Se expresa en el porcentaje de supervivencia. (Lagler y Ricker, 1956 en Martínez, 1987). Se expresó en %.

$$A = \frac{N_o - N_t}{N_o} \times 100$$

Donde:

A = Mortalidad

N<sub>o</sub> = Número inicial de peces

N<sub>t</sub> = Número final de peces

Supervivencia.-

La supervivencia se evaluó al final de la investigación realizando el conteo final de los peces que se encuentran en los estanques durante el periodo de cultivo de la especie *Oreochromis niloticus*, durante 85 días. Se expresó en %.

$$S = 100 - A$$

Donde:

S = Supervivencia

A = Mortalidad

Factor de condición (K).-

Es el grado de bienestar o condición somática de una especie en relación al medio que vive. Se llama también grado de robustez o índice ponderal (Lagler y Ricker, 1956).

$$K = \frac{P \times 100}{L^n}$$

Donde:

P = Peso (g)

L = Longitud (cm)

n= Coeficiente (pendiente)

Relación Longitud – Peso.-

Expresa la relación volumétrica existente en función del peso (g) y longitud (cm), según la expresión matemática (Lagler y Ricker, 1956).

$$W = qL^b$$

Donde:

W = Peso

L= longitud

q= Constante

b= pendiente

Coeficiente de correlación de Pearson (r).-

Expresa la relación entre dos variables estadísticas. Es una medida lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas. Sus valores absolutos oscilan entre 0 y 1. Si se tiene dos variables X e Y se define el coeficiente de correlación de Pearson entre estas dos variables como  $r_{xy}$  entonces:

$$0 \leq r_{xy} \leq 1$$

El coeficiente de Pearson viene definido con la siguiente expresión:

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

### 3.4 Técnicas e instrumentos

Técnicas de muestreo: Simple.

Técnicas de recolección de datos: de campo.

Instrumentos y recolección de datos: observación

De análisis: Pruebas estadísticas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Resultados

**Tabla 4.1. Análisis de varianza de los pesos promedio en la siembra de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,416025	1	0,416025	16,2987267	0,056229489	18,51282051
Dentro de los grupos	0,05105	2	0,025525			
Total	0,467075	3				

**Tabla 4.2. Valores promedio de los resultados obtenidos en el crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy. 2018.**

PARAMETRO	UNIDAD	TRATAMIENTOS			
		T <sub>1</sub> (15 peces/m <sup>2</sup> )		T <sub>2</sub> (30 peces/m <sup>2</sup> )	
		Siembra	Cosecha	Siembra	Cosecha
Fecha	-	04.08.18	27.10.18	04.08.18	27.10.18
Periodo de crianza	días	0	85	0	85
Peces sembrados/cosechados	Nº	600	594	1200	1180
Peces muestreados	Nº	60	60	120	120
Peces muestreados	%	10	10,10	10	10,17
Peso promedio	g	6,70	98,80	6,05	52,68
Longitud promedio	cm	6,30	18,40	6,00	13,80
Incremento en peso	g	0	92,10	0	46,63
Incremento en longitud	cm	0	12,10	0	7,80
Biomasa	Kg	4,02	58,69	7,26	62,16
Tasa de alimentación	%	10	8	10	8
Alimento suministrado	Kg	0	133,87	0	162,53
Factor de conversión alimenticia	unidad	-	2,45	-	2,93
Tasa de crecimiento absoluto en peso	g/día	0	1,08	0	0,55
Tasa de crecimiento absoluto en longitud	cm/día	0	0,14	0	0,09
Producción	Kg/m <sup>2</sup>	-	1,37	-	1,37
Mortalidad	%	0	1,0	0	1,67
Supervivencia	%	0	99,0	0	98,33
Factor de condición	K	-	3,70	-	6,60
Relación longitud - peso	W= q. L <sup>b</sup>	W= 0,03571 L <sup>2,70746</sup>		W= 0,05097 L <sup>2,54345</sup>	

**Tabla 4.3. Crecimiento en peso promedio (g) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

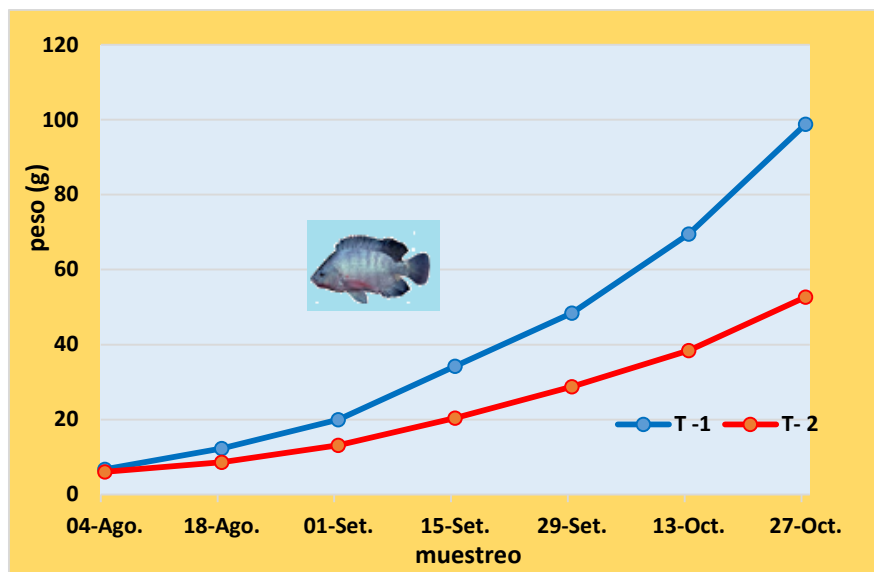
VARIABLES		TRATAMIENTOS	
MUESTREO	FECHA	T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	6,70	6,05
14 días	18.08.18	12,28	8,60
28 días	01.09.18	19,96	13,18
42 días	15.09.18	34,22	20,40
56 días	29.09.18	48,40	28,75
70 días	13.10.18	69,50	38,42
85 días	27.10.18	98,80	52,68

**Tabla 4.4. Análisis de varianza del crecimiento en peso promedio (g) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

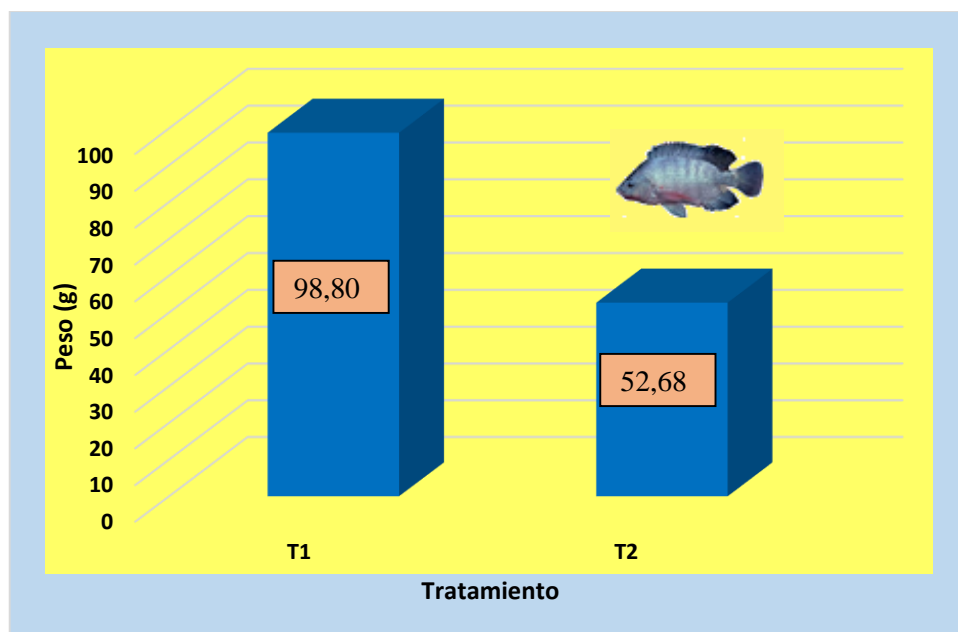
#### ANOVA

Crecimiento en peso

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2127,054	1	2127,054	40904,892	0,000	2,44461E-05	18,51282
Dentro de grupos	0,104	2	0,052				
Total	2127,158	3					



**Figura 4.1. Comportamiento del crecimiento en peso promedio de *Oreochromis niloticus* "Tilapia Nilótica" etapa de levante cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**



**Figura 4.2. Crecimiento en peso promedio de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica" cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.**



**Tabla 4.5. Tasa de crecimiento absoluto en peso promedio (g/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	-	-
14 días	18.08.18	0,40	0,18
28 días	01.09.18	0,55	0,33
42 días	15.09.18	1,02	0,52
56 días	29.09.18	1,01	0,60
70 días	13.10.18	1,51	0,69
85 días	27.10.18	2,09	1,02

**Tabla 4.6. Análisis de varianza de tasa de crecimiento absoluto en peso promedio (g/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

ANOVA							
Tasa de crecimiento absoluto en peso							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,286	1	0,286	11449,00	0,000	8,73324E-05	18,51282
Dentro de grupos	0,000	2	0,000				
Total	0,286	3					

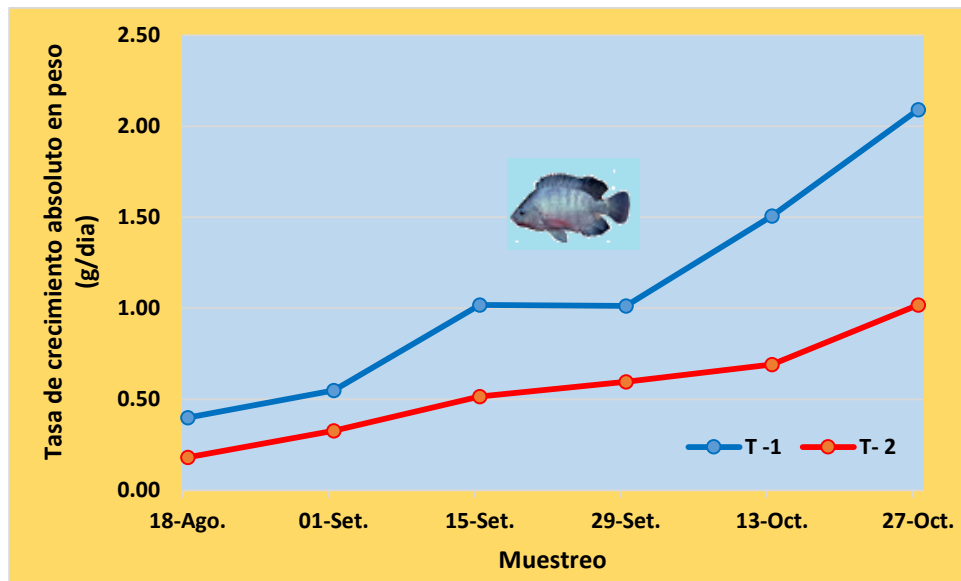


Figura 4.3. Comportamiento de la tasa de crecimiento absoluto en peso durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

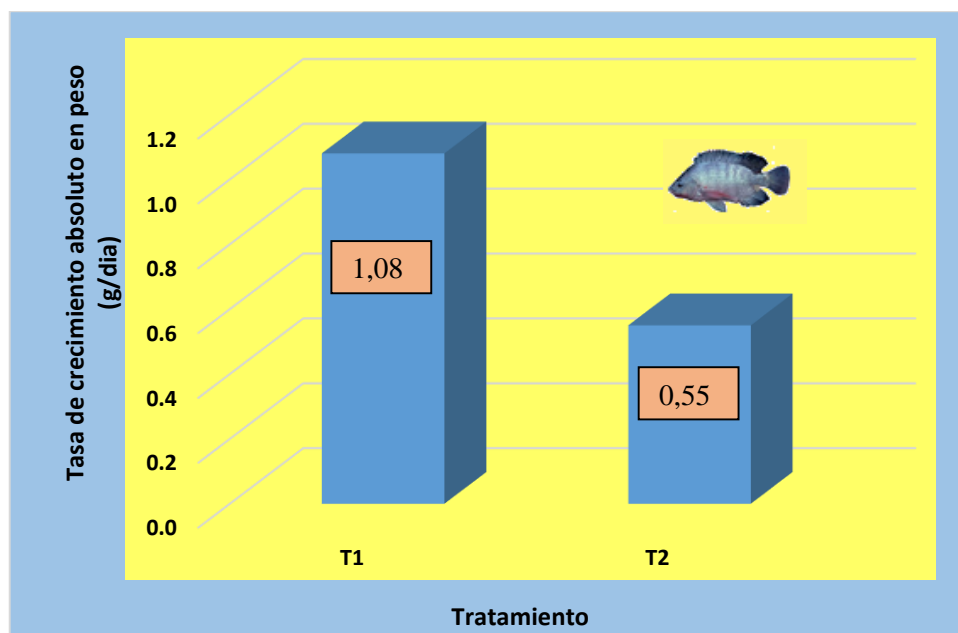


Figura 4.4. Tasa de crecimiento absoluto en peso promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

**Tabla 4.7. Biomasa promedio (Kg) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

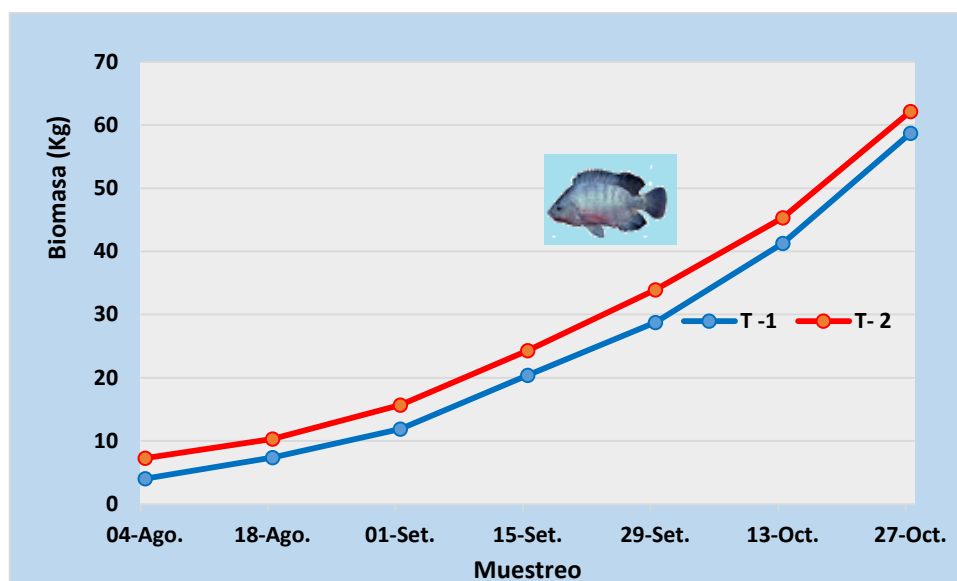
MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	4,02	7,26
14 días	18.08.18	7,37	10,32
28 días	01.09.18	11,90	15,69
42 días	15.09.18	20,40	24,27
56 días	29.09.18	28,75	33,93
70 días	13.10.18	41,28	45,34
85 días	27.10.18	58,69	62,16

**Tabla 4.8. Análisis de varianza de la biomasa promedio (Kg) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

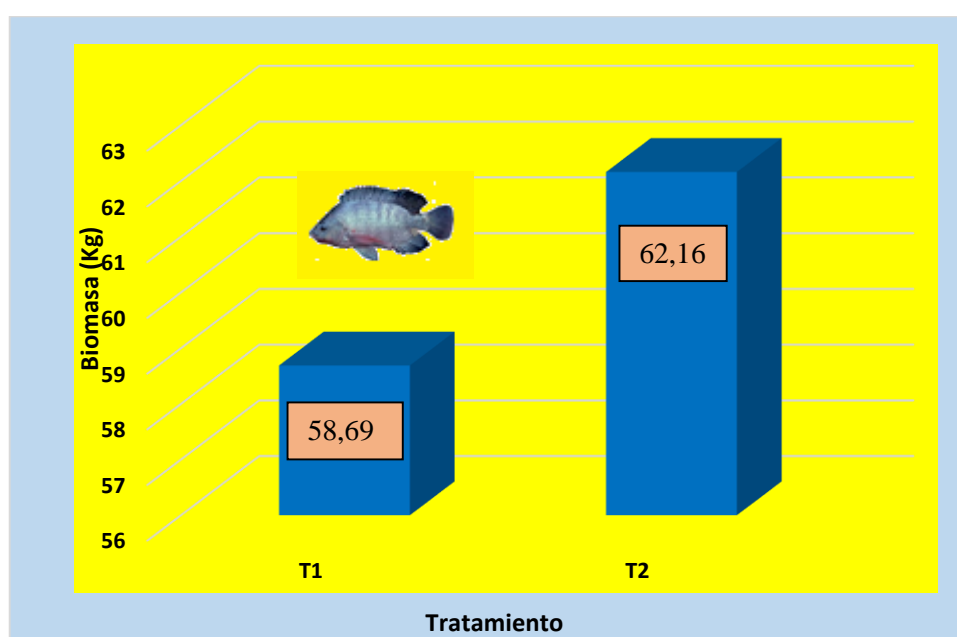
#### ANOVA

Biomasa

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	12,041	1	12,041	552,335	0,002	0.001805594	18.51282
Dentro de grupos	0,044	2	0,022				
Total	12,084	3					



**Figura 4.5.** Comportamiento de la biomasa promedio durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



**Figura 4.6.** Biomasa promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

**Tabla 4.9. Crecimiento en longitud promedio (cm) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

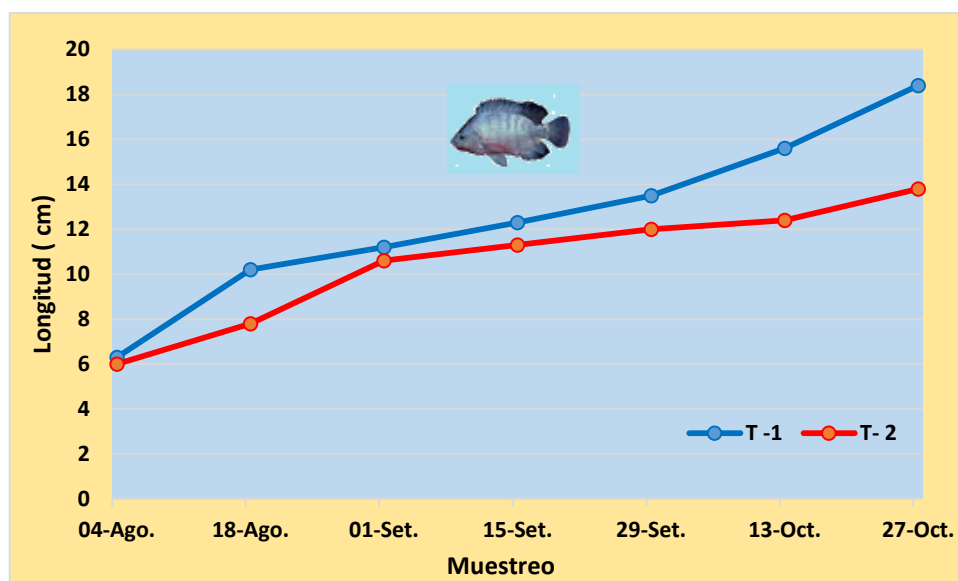
MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	6,30	6,00
14 días	18.08.18	10,20	7,80
28 días	01.09.18	11,20	10,60
42 días	15.09.18	12,30	11,30
56 días	29.09.18	13,69	12,00
70 días	13.10.18	15,60	12,40
85 días	27.10.18	18,34	13,80

**Tabla 4.10. Análisis de varianza de la longitud promedio (cm) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

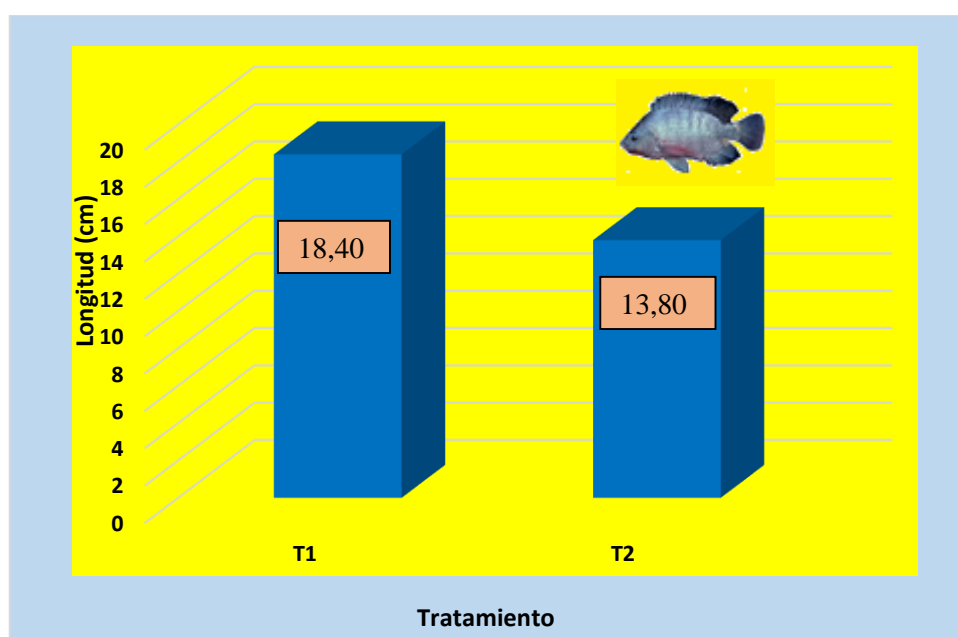
#### ANOVA

Crecimiento en longitud

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	20,612	1	20,612	262,903	0,004	0,0003782118	18,51282
Dentro de grupos	0,157	2	0,078				
Total	20,768	3					



**Figura 4.7.** Comportamiento del crecimiento en Longitud promedio durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



**Figura 4.8.** Crecimiento en longitud promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

**Tabla 4.11. Tasa de crecimiento absoluto en longitud promedio (cm/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	-	-
14 días	18.08.18	0,28	0,13
28 días	01.09.18	0,07	0,20
42 días	15.09.18	0,08	0,05
56 días	29.09.18	0,09	0,05
70 días	13.10.18	0,15	0,03
85 días	27.10.18	0,20	0,10

**Tabla 4.12. Análisis de varianza de la tasa de crecimiento absoluto en longitud promedio (cm/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

ANOVA							
Tasa de crecimiento absoluto en longitud							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,003	1	0,003	65535.	.		18.51282
Dentro de grupos	0,000	2	0,000				
Total	0,003	3					

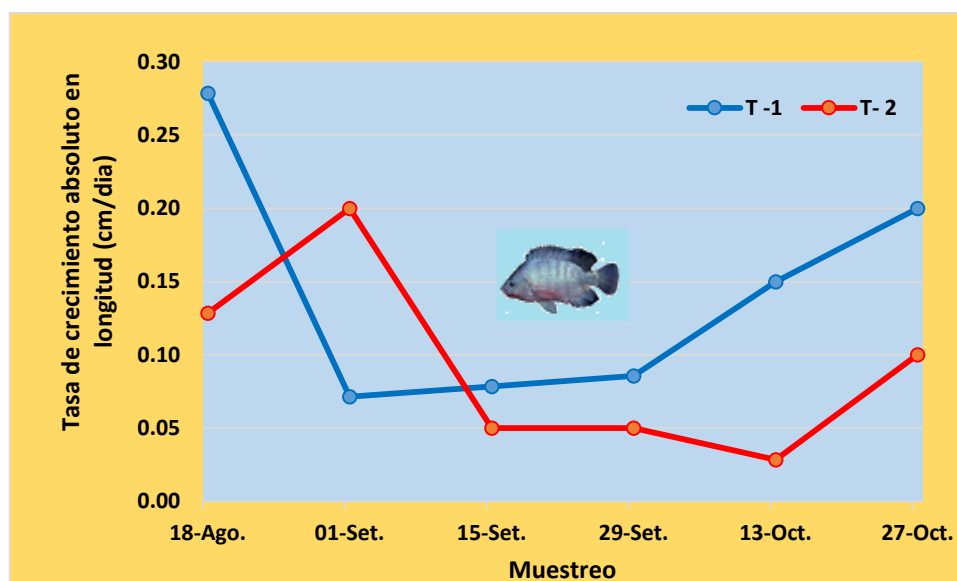


Figura 4.9. Comportamiento de la tasa de crecimiento absoluto en longitud durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

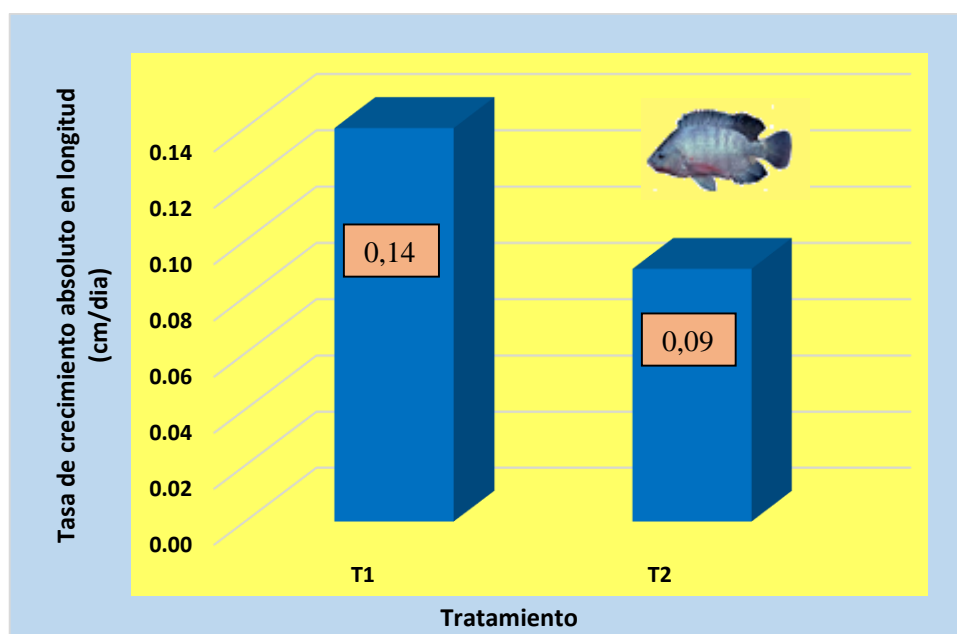


Figura 4.10. Tasa de crecimiento absoluto en longitud promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



**Tabla 4.13. Factor de conversión alimenticia promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

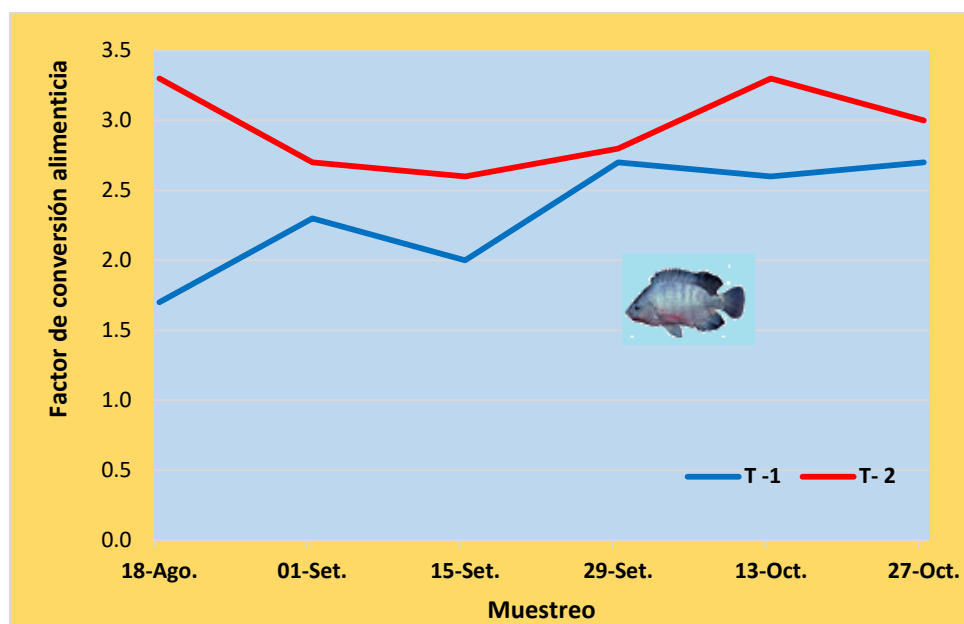
MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	-	-
14 días	18.08.18	1,7	3,3
28 días	01.09.18	2,3	2,7
42 días	15.09.18	2,0	2,6
56 días	29.09.18	2,7	2,8
70 días	13.10.18	2,6	3,3
85 días	27.10.18	2,7	3,0

**Tabla 4.14. Análisis de varianza del factor de conversión alimenticia promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

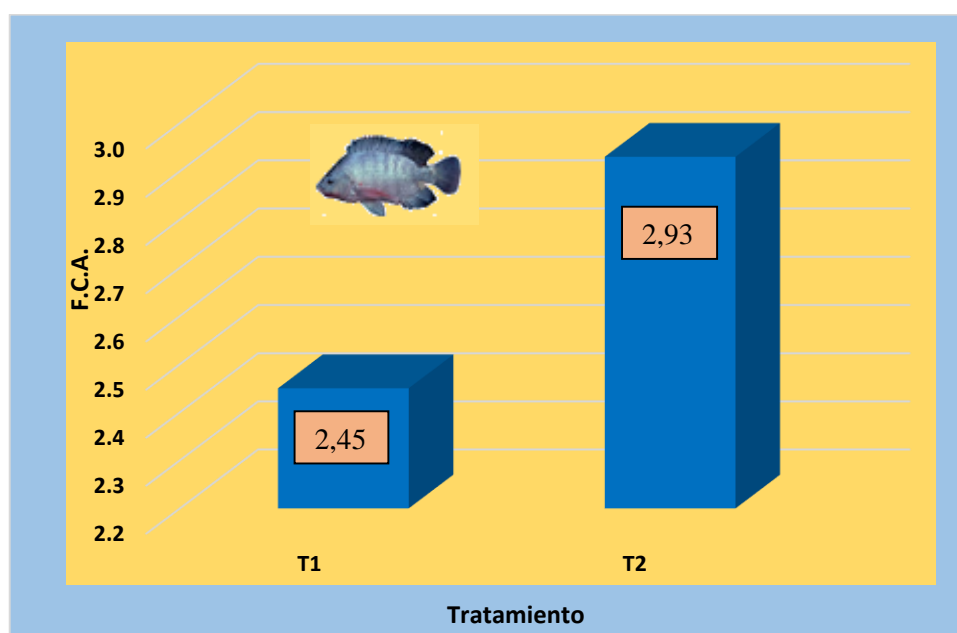
#### ANOVA

Factor de conversión alimenticia

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,235	1	0,235	42,575	0,023	0,022691728	18.51282
Dentro de grupos	0,011	2	0,006				
Total	0,246	3					



**Figura 4.11.** Comportamiento del Factor de Conversión Alimenticia promedio durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



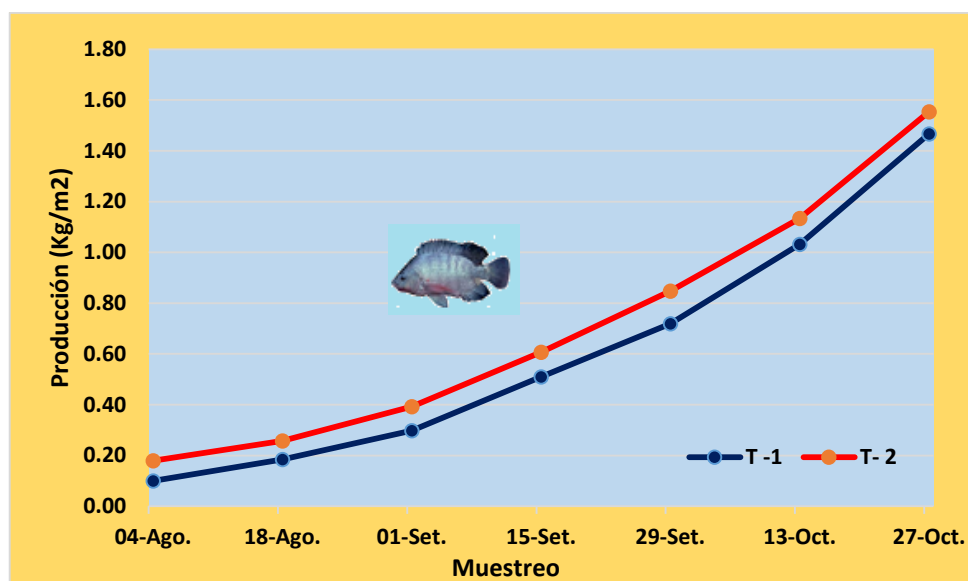
**Figura 4.12.** Factor de Conversión Alimenticia promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

**Tabla 4.15. Producción promedio (Kg/m<sup>2</sup>) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

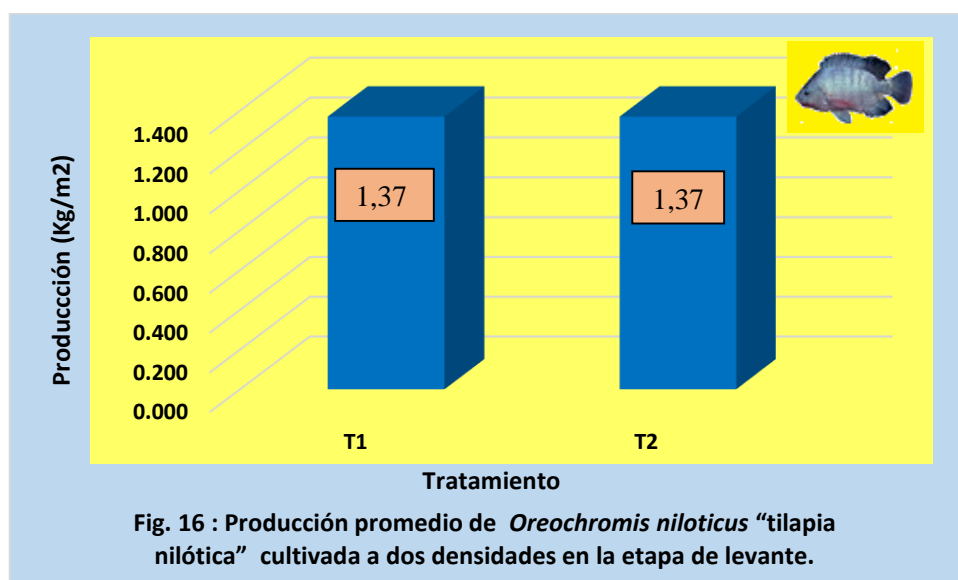
MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	0,10	0,18
14 días	18.08.18	0,18	0,26
28 días	01.09.18	0,30	0,39
42 días	15.09.18	0,51	0,61
56 días	29.09.18	0,72	0,85
70 días	13.10.18	1,03	1,13
85 días	27.10.18	1,47	1,55

**Tabla 4.16. Análisis de varianza de la producción promedio (Kg/ m<sup>2</sup>) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

ANOVA							
Producción Kg/m <sup>2</sup>							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,000225	1	0,000	9,000	0,095	0,095465966	18,51282
Dentro de grupos	0,00005	2	0,000				
Total	0,000	3					



**Figura 4.13.** Comportamiento de la producción promedio durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



**Figura 4.14.** Producción promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

**Tabla 4.17. Supervivencia (%) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

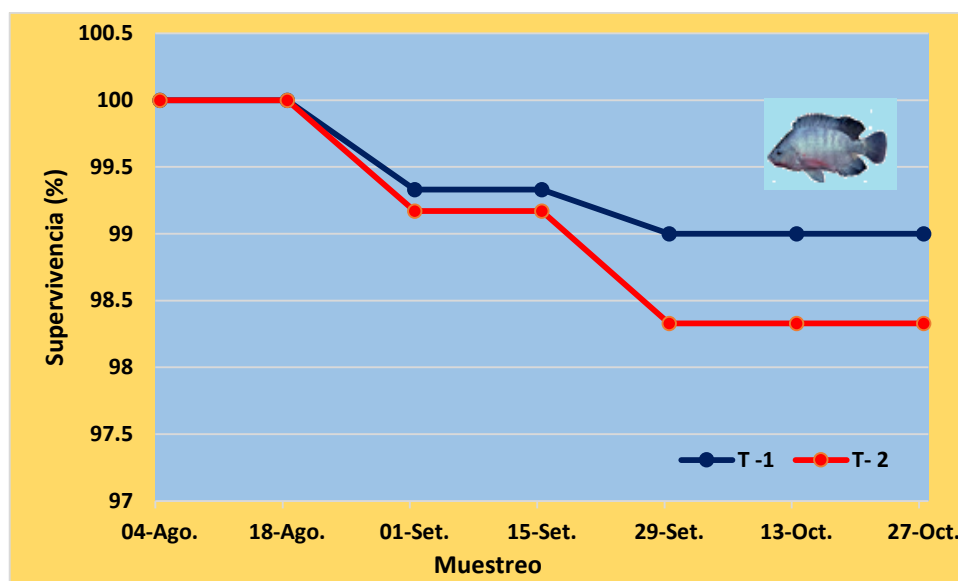
MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	100,00	100,00
14 días	18.08.18	100,00	100,00
28 días	01.09.18	99,33	99,17
42 días	15.09.18	99,33	99,17
56 días	29.09.18	99,00	98,33
70 días	13.10.18	99,00	98,33
85 días	27.10.18	99,00	98,33

**Tabla 4.18. Análisis de varianza de la supervivencia promedio (%) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

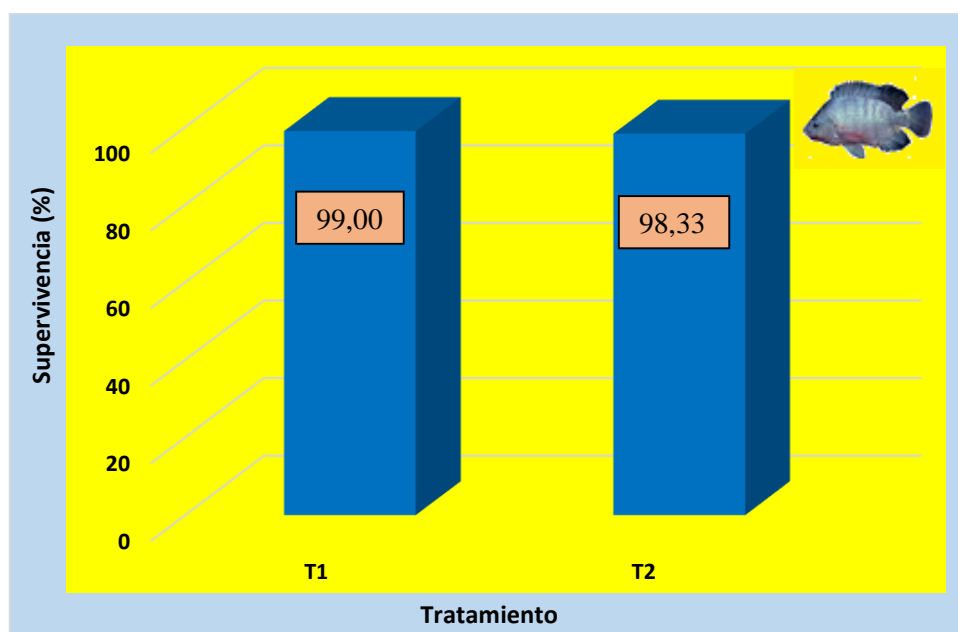
#### ANOVA

Supervivencia (%)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,449	1	0,449	5,611	0,141	0,1413783	18,51282
Dentro de grupos	0,160	2	0,080				
Total	0,609	3					



**Figura 4.15.** Comportamiento de la supervivencia promedio durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



**Figura 4.16.** Supervivencia promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

**Tabla 4.19. Factor de condición (K) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

MUESTREO	FECHA	TRATAMIENTOS	
		T <sub>1</sub> : 15 peces/m <sup>2</sup>	T <sub>2</sub> : 30 peces/m <sup>2</sup>
Siembra	04.08.18	4,6	6,3
14 días	18.08.18	2,3	4,6
28 días	01.09.18	2,9	3,3
42 días	15.09.18	3,8	4,3
56 días	29.09.18	4,2	5,2
70 días	13.10.18	4,1	6,4
85 días	27.10.18	3,7	6,6

**Tabla 4.20. Análisis de varianza del Factor de condición (K) promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

#### ANOVA

Factor de condición

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	Sig.	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8,526	1	8,526	41,633	0,023	0,057191	18,512821
Dentro de grupos	0,410	2	0,205				
Total	8,936	3					

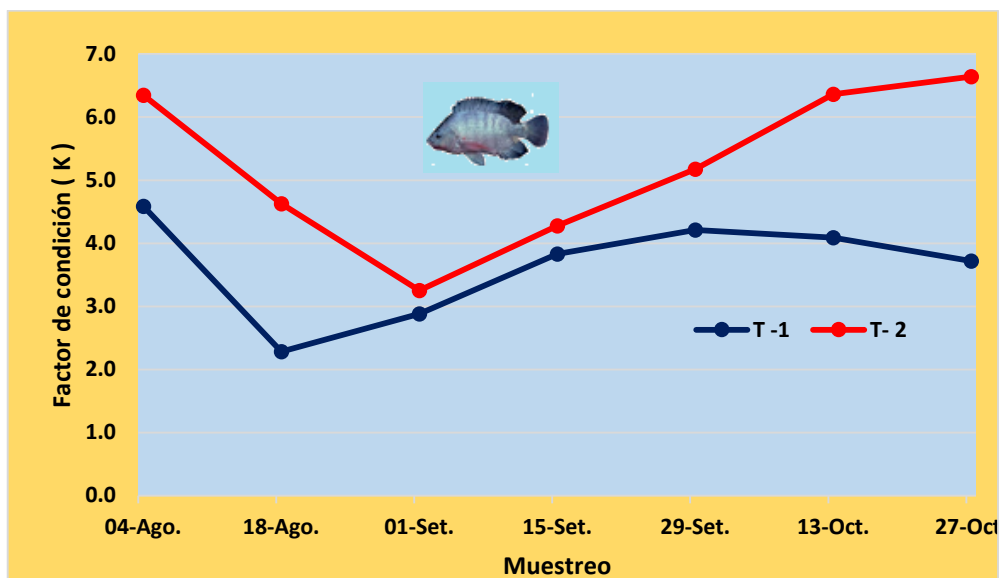


Figura 4.17. Comportamiento del Factor de condición promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, durante el cultivo a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

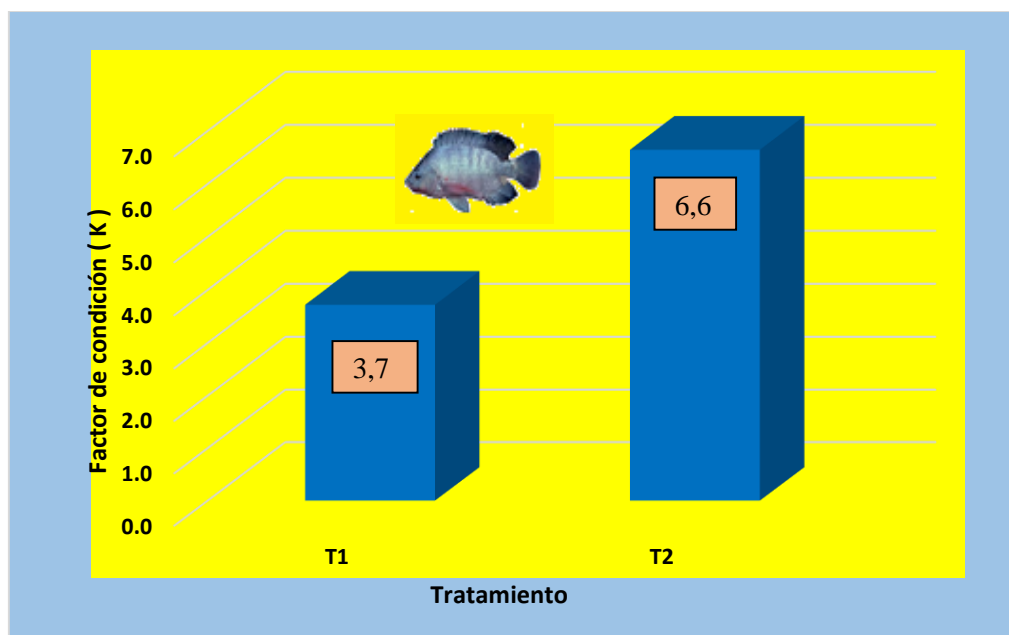
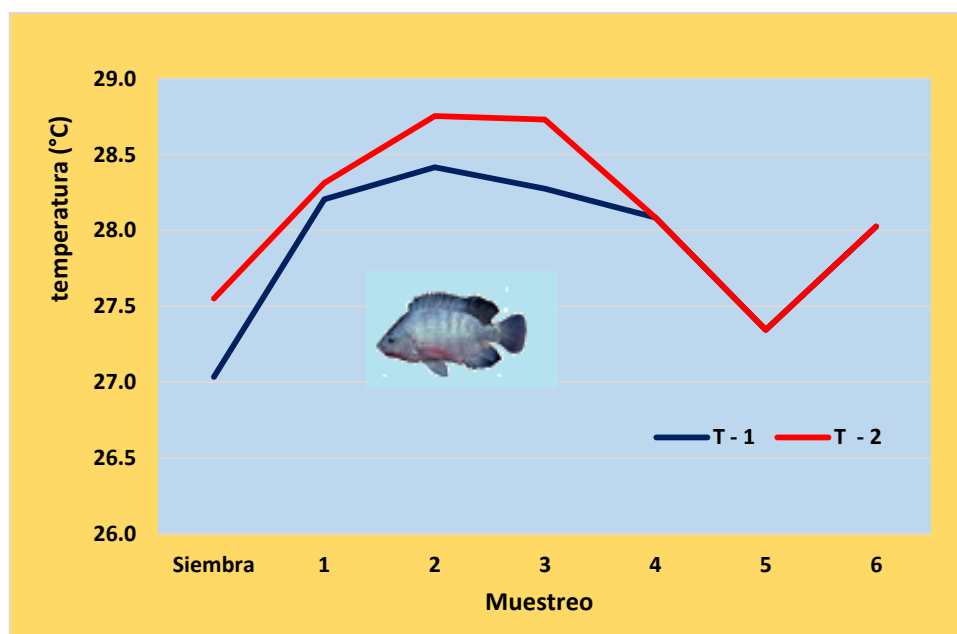


Figura 4.18. Factor de condición promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” cultivada a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

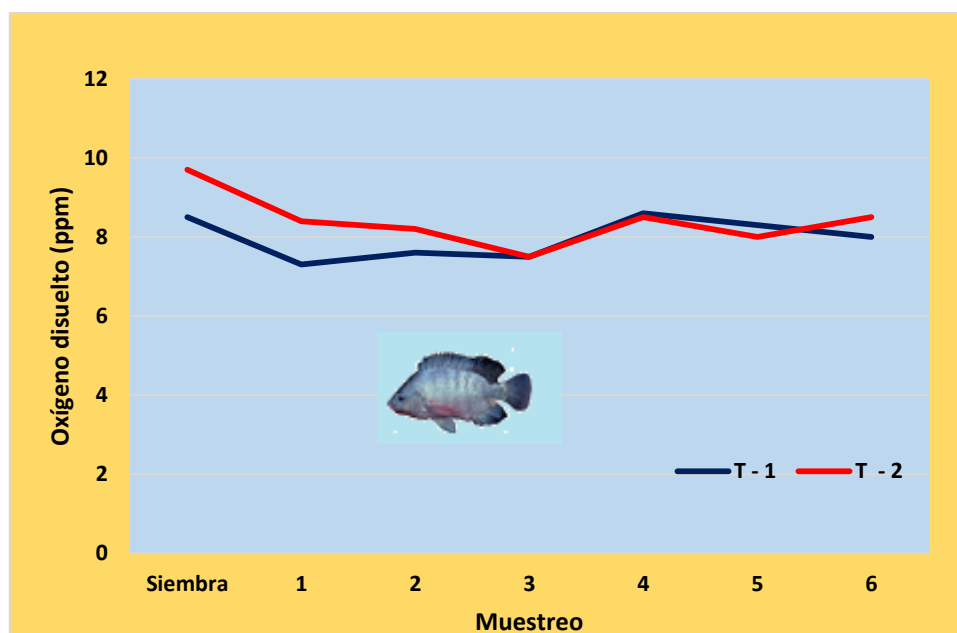


**Tabla 4.21. Valores promedios de los parámetros de calidad del agua obtenidos en la evaluación del Crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

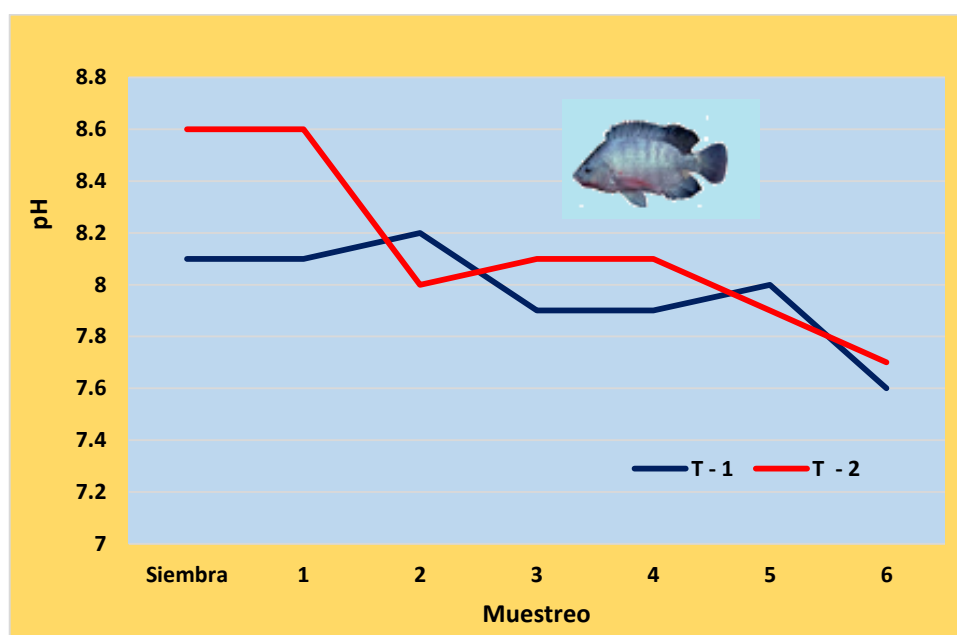
PARAMETROS	TRATAM.	MUESTREO						
		04/08/18	18/08/18	01/09/18	15/09/18	29/09/18	13/10/18	27/10/18
TEMPERATURA (°C)	T - 1	27,03	28,20	28,42	28,27	28,08	27,35	28,03
	T - 2	27,55	28,31	28,75	28,73	28,08	27,35	28,03
OXIGENO DISUELTO (ppm)	T - 1	8,5	7,3	7,6	7,5	8,6	8,3	8
	T - 2	9,7	8,4	8,2	7,5	8,5	8	8,5
pH	T - 1	8,1	8,1	8,2	7,9	7,9	8	7,6
	T - 2	8,6	8,6	8	8,1	8,1	7,9	7,7
TRANSPARENCIA (cm)	T - 1	3,0	29,5	28,5	27,5	27,5	29	29
	T - 2	31,5	32	30,5	29	29	29,5	29



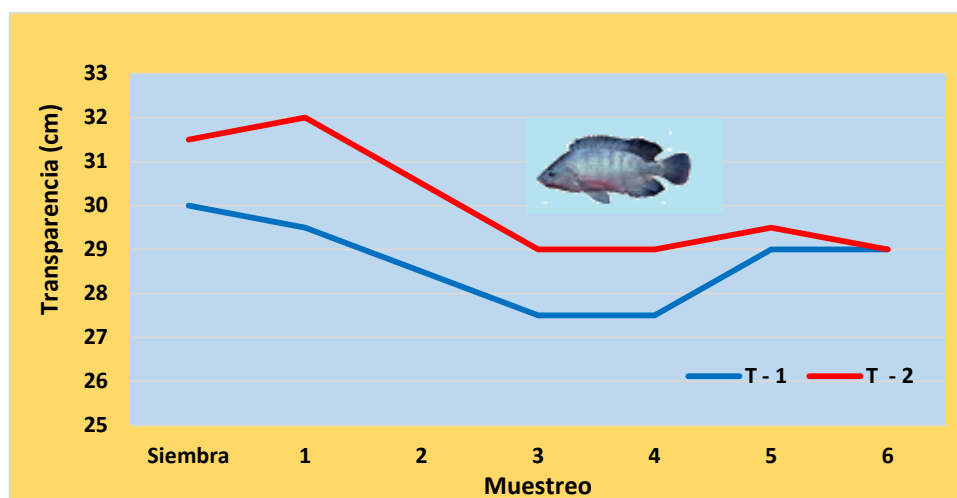
**Figura 4.19. Comportamiento de la temperatura durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.**



**Figura 4.20.** Comportamiento del Oxígeno Disuelto durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



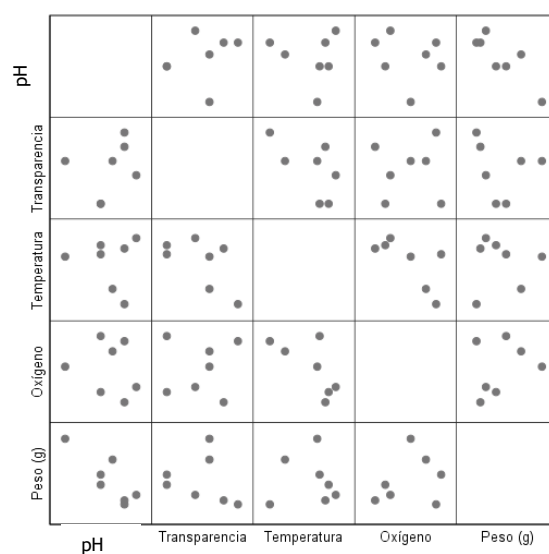
**Figura 4.21.** Comportamiento del pH durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.



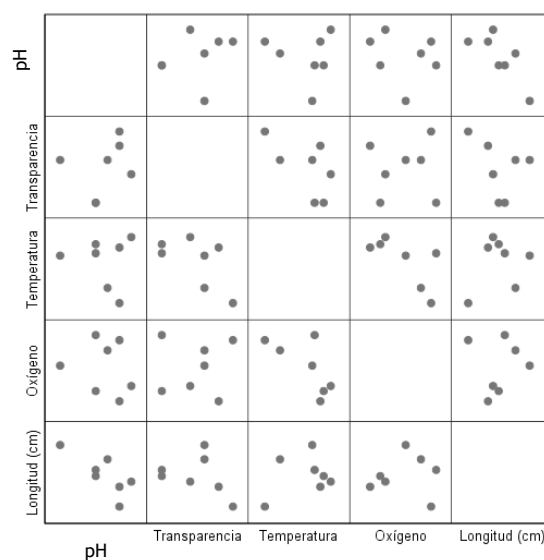
**Figura 4.22.** Comportamiento de la transparencia del agua durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, a dos densidades en la etapa de levante en San Juan de Curumuy.2018.

**Tabla 4.22.** Correlación de Pearson entre los parámetros de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” y los parámetros ambientales, al utilizar la densidad de siembra 15 peces/m<sup>2</sup> etapa Levante en San Juan de Curumuy.2018.

		pH	Transparencia	Temperatura	Oxígeno
Peso (g)	r	-,849*	-,201	,009	,269
	Sig. (bilateral)	,016	,666	,985	,559
	n	7	7	7	7
Longitud (cm)	r	-,769*	-,356	,265	,055
	Sig. (bilateral)	,043	,434	,566	,907
	n	7	7	7	7
Biomasa (Kg)	r	-,849*	-,201	,009	,268
	Sig. (bilateral)	,016	,666	,984	,561
	n	7	7	7	7
Mortalidad (%)	r	,433	-,334	,485	-,086
	Sig. (bilateral)	,332	,464	,270	,855
	n	7	7	7	7
FCA	r	-,505	-,211	-,425	,894*
	Sig. (bilateral)	,307	,688	,401	,016
	n	6	6	6	6
Tasa de crecimiento (g/día)	r	-,842*	,101	-,572	,601
	Sig. (bilateral)	,035	,848	,236	,207
	n	6	6	6	6
Supervivencia (%)	r	-,537	,249	-,483	-,023
	Sig. (bilateral)	,272	,634	,332	,965
	n	6	6	6	6



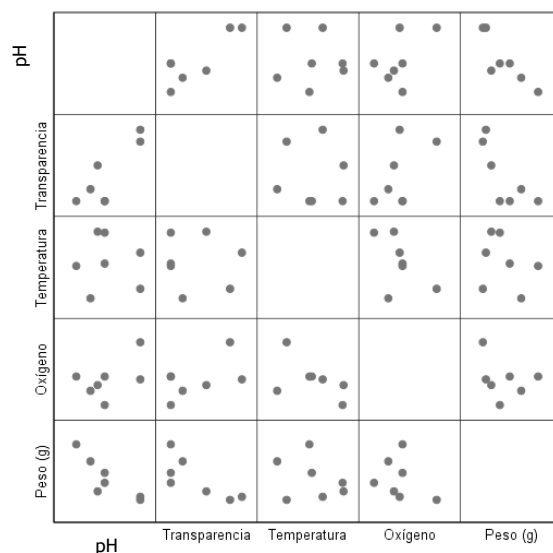
**Figura 4.23. Correlación de Pearson entre el peso obtenido utilizando una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup> con los parámetros ambientales durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” etapa Levante en San Juan de Curumuy. Piura. 2018.**



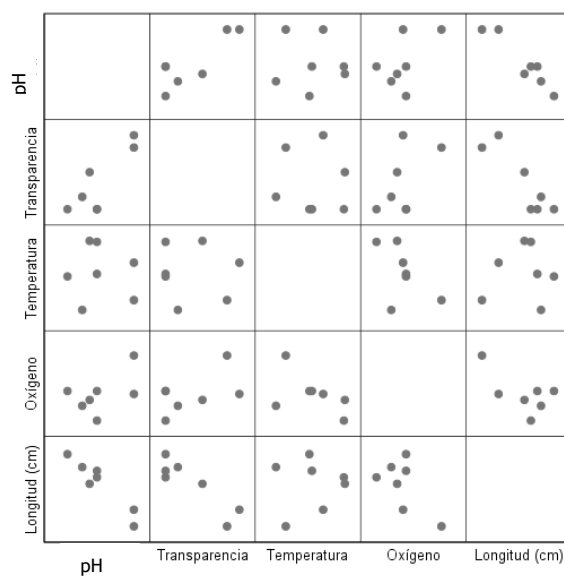
**Figura 4.24. Correlación de Pearson entre la longitud obtenida utilizando una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup> con los parámetros ambientales durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” etapa Levante en San Juan de Curumuy. Piura. 2018.**

**Tabla 4.23. Correlación de Pearson entre los parámetros de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” y los parámetros ambientales, al utilizar la densidad de siembra 30 peces/m<sup>2</sup> etapa Levante en San Juan de Curumuy.2018.**

		pH	Transparencia	Temperatura	Oxígeno
Peso (g)	r	-,859*	-,770*	-,284	-,296
	Sig. (bilateral)	,013	,043	,538	,520
	n	7	7	7	7
Longitud (cm)	r	-,952**	-,894**	,089	-,622
	Sig. (bilateral)	,001	,007	,849	,136
	n	7	7	7	7
Biomasa (Kg)	r	-,860*	-,770*	-,282	-,297
	Sig. (bilateral)	,013	,043	,540	,517
	n	7	7	7	7
Mortalidad (%)	r	-,185	-,175	,380	-,050
	Sig. (bilateral)	,690	,707	,401	,916
	n	7	7	7	7
FCA	r	,159	,399	-,774	,429
	Sig. (bilateral)	,764	,433	,071	,396
	n	6	6	6	6
Tasa de crecimiento (g/día)	r	-,819*	-,702	-,636	,215
	Sig. (bilateral)	,046	,120	,175	,682
	n	6	6	6	6
Supervivencia (%)	r	,042	,056	-,304	-,335
	Sig. (bilateral)	,937	,916	,558	,516
	n	6	6	6	6



**Figura 4.25. Correlación de Pearson entre el peso obtenido utilizando una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup> con los parámetros ambientales durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” etapa Levante en San Juan de Curumuy. Piura. 2018.**



**Figura 4.26. Correlación de Pearson entre la longitud obtenida utilizando una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup> con los parámetros ambientales durante el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica” etapa Levante en San Juan de Curumuy. Piura. 2018.**

## 4.2. Discusión

Al culminar la investigación se obtuvieron crecimientos con pesos promedios de 98,80 g (T1: 15 peces/ m<sup>2</sup>) y 52,68 g (T2: 30 peces/ m<sup>2</sup>), lo que permitió afirmar que se alcanzó el peso ideal en el T1 en la etapa de levante en un tiempo de 85 días lo cual se pudo apreciar en la figura 4.2 en la que se observó que los valores fueron superiores a los alcanzados por el estudio de Díaz et al. (2012), quienes para un periodo de cultivo de la fase de levante obtienen promedios de 75,32 g, trabajando en estanques de concreto de 8 x 20 x 2,5 m, con un volumen útil de 280 m<sup>3</sup>, a una densidad de 12 peces/m<sup>3</sup>.

Para comparar la varianza dentro de grupos, se utilizó la prueba paramétrica ANOVA. El nivel de significación es el valor que sirve de referencia a la hora de aceptar o rechazar la hipótesis nula. Si el nivel de significación es mayor que 0,05 aceptaremos la hipótesis nula de independencia entre las variables (no existen efectos diferenciales entre los tratamientos). Si el nivel de significación es menor que 0,05 rechazaremos la hipótesis nula y aceptaremos la hipótesis alternativa, es decir, concluiremos que existe una relación de dependencia entre las variables.

En la tabla 4.4 se pudo observar que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) indicó que si hay diferencias significativas en el crecimiento con los tratamientos usados, en este caso se pudo decir que las diferentes densidades si influyen sobre los valores del crecimiento. Esto se pudo corroborar con el valor estadístico de la "F." En este caso el valor de la "F" fue de 40904,892. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor de la "F" necesita ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 40904,892 y fue mayor que el valor crítico de la F, se pudo afirmar que si existieron diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) en el crecimiento.

En 2014, Calderón manifestó que la densidad es uno de los factores más importantes para determinar la producción de una Piscifactoría (El-Sayed, 2006). A niveles bajos, el aumento de la densidad de población aumentará el rendimiento. Sin embargo, la densidad de población influye en la supervivencia, el crecimiento, el comportamiento, la salud, la calidad del agua, la alimentación y la producción. Así mismo se observó que a mayor densidad el crecimiento disminuye lo que concuerda con lo manifestado por Calderón (2014), quien manifestó que, en niveles altos, una mayor densidad de población puede reducir el rendimiento. El aumento de la densidad de población puede aumentar la competencia entre los peces por el espacio y el acceso al alimento y por lo tanto, reducir el crecimiento. Además, el aumento de la densidad de población puede comprometer la calidad del agua en los estanques de peces, lo que también puede comprometer el crecimiento (Quirós, 1999).

En la tabla 4.2 y figura 4.4, se observó la tasa de crecimiento absoluto en peso promedio de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica" cultivada a dos densidades en la etapa de levante, donde

a los 85 días de cultivo, que duró la fase experimental, se obtuvo una tasa de crecimiento absoluto en peso de 1,08 g/día cuando se trabajó a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que a la densidad de 30 peces/ m<sup>2</sup> se obtuvo una tasa de crecimiento absoluto en peso de 0,55 g/día. Así mismo en la figura 4.3, se observó el comportamiento de la tasa de crecimiento absoluto en peso durante los 85 días de cultivo, donde se pudo apreciar que a la densidad de 15 peces/m<sup>2</sup> (T1) tuvo un mejor comportamiento de la tasa de crecimiento.

En 2014, Calderón manifestó que el aumento de la densidad de población puede haber causado estrés en los peces, lo que a su vez puede haber reducido el crecimiento a la densidad más alta probada. Es probable que la reducción de la calidad del agua haya contribuido al estrés. Además, el aumento de la densidad de población da como resultado la competencia por el espacio, los alimentos y el oxígeno, el aumento del nivel de actividad y el uso de más energía de los peces en altas tasas metabólicas y luego el crecimiento disminuye (Ellis et al., 2002). En condiciones de cultivo, los peces para obtener alimentos aumentan la velocidad de natación, estas actividades requieren un costo energético, que aumenta debido a las interacciones agonistas (Thorarensen y Farrell, 2010).

Las tasa de crecimiento absoluto en peso promedio obtenido fue de 1,08 g/día (T1: 15 peces/ m<sup>2</sup>) es superior a los resultados obtenidos por Díaz et al. (2012), quienes para un periodo de cultivo de la fase de levante, alcanzaron un valor promedio de 0,97 g/día, trabajando en estanques de concreto de 8 x 20 x 2,5 m, con un volumen útil de 280 m<sup>3</sup>, a una densidad de 12 peces/m<sup>3</sup>. Así mismo cuando se trabajó a una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup>, los valores obtenidos de la tasa de crecimiento en peso fueron inferiores a los alcanzados por los autores antes mencionados.

En la tabla 4.6 se pudo observar que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) de la tasa de crecimiento absoluto en peso promedio (g/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades indicó que si hay diferencias significativa en la tasa de crecimiento absoluto en peso con los tratamientos usados, en este caso se pudo decir que las distintas densidades de siembra si influyen sobre los valores de la tasa de crecimiento absoluto en peso. Esto se puede corroborar con el valor estadístico de la "F". En este caso el valor de la "F" fue de 11449,00. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor de la "F" necesitó ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 11449,00 y fue mayor que el valor crítico de la F, se pudo afirmar que si existen diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) en la tasa de crecimiento absoluto en peso.

En la tabla 4.7, figura 4.5, se observó el comportamiento de la biomasa (Kg) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada en estanques a dos densidades en San Juan de Curumuy, donde a los 85 días de cultivo que duró la fase experimental, se obtuvo al final de la investigación una biomasa de 58,69 Kg al trabajar a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que a la densidad de 30 peces/ m<sup>2</sup> se obtuvo una biomasa de 62,16 Kg. En la tabla 4.2 y figura 4.6 se



observó que los valores fueron cercanos a los obtenidos por Palacios (2004), quien trabajó con *Oreochromis sp.* “tilapia roja”, cultivada en estanques de 15 m<sup>2</sup>, en la etapa de levante con 90 días de cultivo, a densidad de 55 alevines/m<sup>2</sup>, obtuvo biomasa de 47,39 Kg., en la presente investigación se obtuvieron pesos promedios menores que los obtenidos por Palacios (2004), a pesar de trabajar a menor densidad, pero en biomasa se obtuvo mejores resultados debido a que se tuvieron mortalidades más bajas.

En la tabla 4.8 se observó que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) de la biomasa promedio (Kg) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades, donde se evidenció que si existieron diferencias significativas en la biomasa con los tratamientos usados ( $F= 552,335$ ;  $p < 0,05$ ), en este caso se pudo deducir que las distintas densidades de siembra si influyeron sobre los valores de la biomasa. Esto se puede corroborar con el valor estadístico de la "F." En este caso el valor de la "F" fue de 552,335. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor de la "F" necesitó ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 552,335 y fue mayor que el valor crítico de la F, si existieron diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) en la biomasa.

En la tabla 4.9 y figura 4.7, se observó el comportamiento del crecimiento en longitud promedio (cm) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades; se inició con una longitud promedio de siembra de 6,30 cm, y a los 85 días de cultivo, que duró la fase experimental se obtuvo una longitud promedio de 18,40 cm cuando se trabajó a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que a la densidad de 30 peces/ m<sup>2</sup> se inició con una longitud promedio de siembra de 6,0 cm y a los 85 días de cultivo se obtuvo una longitud promedio de 13,80 cm.

Cabe mencionar que durante los 85 días de cultivo se mantuvieron las densidades iniciales de siembra, no se realizó una clasificación durante este tiempo, es decir no se bajaron las densidades del cultivo.

En la en la figura 4.8 se observaron las longitudes promedios obtenidas en la presente investigación, 18,40 cm (T1: 15 peces/ m<sup>2</sup>) y 13,80 cm (T2: 30 peces/ m<sup>2</sup>), siendo los valores superiores a los alcanzados por Díaz et al. (2012), quien para un periodo de cultivo de la fase de levante obtuvo promedios de 16,14 cm, trabajando en estanques de concreto de 8 x 20 x 2,5 m, con un volumen útil de 280 m<sup>3</sup>, a una densidad de 12 peces/m<sup>3</sup>.

Cano (2014), manifestó que Antonio et al. (2012), evaluaron el bienestar animal durante la crianza intensiva de la Tilapia Roja (*Oreochromis sp.*), mediante el análisis de tres fases productivas (levante, pre-engorde y engorde). Para ello, evaluaron por separado diferentes lotes en cada una de las fases productivas: Levante (L): 70 peces/m<sup>2</sup>, Pre-engorde (P): 30 peces/m<sup>2</sup>, Engorde (E): 15 peces/m<sup>2</sup>, hasta alcanzar un peso promedio y una longitud total de 30 g y 11,7cm; 200 g y 16,4 cm; y 450 g y 22,6 cm, en cada etapa respectivamente.

Asimismo, Palacios (2004), trabajó con *Oreochromis sp.* “tilapia roja”, cultivada en estanques de

15 m<sup>2</sup>, en la etapa de levante, 90 días de cultivo, a densidad de 55 alevines/m<sup>2</sup>, obteniendo una longitud promedio de 14,54 cm; cifra superior a la encontrada en la presente investigación que alcanzó un promedio de 13,80 cm.

En la tabla 4.10 se pudo observar que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) del crecimiento en longitud (cm) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades, indicaron que si existieron diferencias significativas en las longitudes con los tratamientos usados ( $F= 262,903$ ;  $p < 0,05$ ), en este caso se pudo decir que las distintas densidades de siembra si influyeron sobre los valores de la longitud. Esto se pudo corroborar con el valor estadístico de "F." En este caso el valor de "F" fue de 262,903. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor de la "F" necesitó ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 262,903 y fue mayor que el valor crítico de F, se pudo deducir que si existieron diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) con respecto a la longitud. En la tabla 4.2, se observó la tasa de crecimiento absoluto en longitud promedio (cm/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades, donde a los 85 días de cultivo, que duró la fase experimental, se obtuvo una tasa de crecimiento absoluto en longitud de 0,14 cm/día cuando se trabajó a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que a la densidad de 30 peces/ m<sup>2</sup> se obtuvo una tasa de crecimiento absoluto en longitud de 0,09 cm/día. Así mismo en la tabla 4.11 y figura 4.9, se observó en comportamiento de la tasa de crecimiento absoluto en longitud durante los 85 días de cultivo, donde se pudo apreciar que con la densidad de 15 peces/m<sup>2</sup> (T1) se tuvo un mejor comportamiento de la tasa de crecimiento durante los 85 días del cultivo, debido a la ganancia en peso en este tratamiento y que existió una relación entre el peso y la talla para esta etapa de crecimiento.

Las tasas de crecimiento absoluto en longitud obtenidas en la presente investigación, 0,14 cm/día (T1: 15 peces/ m<sup>2</sup>) y 0,09 cm/día (T2: 30 peces/ m<sup>2</sup>), fueron superiores a las alcanzadas por Díaz et al. (2012), quienes para un periodo de cultivo de la fase de levante, obtuvieron valores promedios de 0,11 cm/día, trabajando en estanques de concreto de 8 x 20 x 2,5 m, con un volumen útil de 280 m<sup>3</sup>, a una densidad de 12 peces/m<sup>3</sup>.

Los valores promedios obtenidos en la presente investigación fueron superiores a los que obtuvo Palacios (2004), quien trabajando con *Oreochromis sp.* “tilapia roja”, cultivada en estanques de 15 m<sup>2</sup>, en la etapa de levante, 90 días de cultivo, a densidad de 55 alevines/m<sup>2</sup>, obtuvo tasa de crecimiento absoluto en longitud de 0,081 cm/día. Cano (2014), en una investigación del crecimiento de *Oreochromis niloticus*, Tilapia del Nilo, en primer alevinaje, cultivado en estanques, en 60 días, evaluando densidades de 30 peces/m<sup>2</sup> y 45 peces/m<sup>2</sup>, obtuvo valores de tasa de crecimiento en longitud de 0,1128 cm/día y 0,1032 cm/día para ambos tratamientos respectivamente.

En tabla 4.12 se pudo observar que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) de la tasa de crecimiento

absoluto en longitud promedio (cm/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades, indicó que si existieron diferencias significativas en la tasa de crecimiento absoluto en longitud con los tratamientos usados ( $F= 65535$ ;  $p < 0,05$ ), en este caso se pudo deducir que las distintas densidades de siembra si influyeron sobre los valores de la tasa de crecimiento absoluto en longitud. Esto se pudo corroborar con el valor estadístico de "F". En este caso el valor de "F" fue de 65535. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor de "F" necesitó ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 65535 y fue mayor que el valor crítico de F, se pudo afirmar que si existieron diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) con respecto a la tasa de crecimiento absoluto en longitud.

En la tabla 4.2 y figura 4.12, se observó el factor de conversión alimenticia (F.C.A) obtenido en el cultivo de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, a dos densidades; a los 85 días de cultivo, que duró la fase experimental, se apreció un factor de conversión alimenticia de 2,45 cuando se trabajó a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que a una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup> se obtuvo un factor de conversión alimenticia de 2,93.

Así mismo en tabla 4.13 y figura 4.11, se observó el comportamiento del factor de conversión durante los 85 días de cultivo, donde se pudo apreciar que con una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup> (T1) se obtuvo un mejor comportamiento del factor de conversión alimenticia durante los 85 días del cultivo, debido a la ganancia en peso que se obtuvo en este tratamiento.

El factor de conversión alimenticia en la presente investigación aumentó cuando la densidad fue más alta. Calderón (2014), manifiesta que una serie de factores pueden contribuir a una mejor conversión de alimentación a la densidad más baja. El plancton natural contribuye a la ingesta de alimento de la tilapia en los estanques. Cuanto menor sea la densidad de población, mayor será la contribución del plancton (Kubitza, 2000). Esto puede haber contribuido a la reducción del factor de conversión alimenticia en la densidad más baja. Un segundo factor que contribuye a una mejor conversión de alimento en la densidad más baja puede estar relacionado con el comportamiento de los peces. Cuando la densidad de población es alta, la pérdida de alimento aumenta debido a que la alta biomasa induce turbulencia del agua en la hora de la alimentación. La tilapia es un alimentador visual, por lo que la turbulencia afecta su acceso a los alimentos y el factor de conversión alimenticia puede aumentar (Chorm y Webster, 2006).

Cano (2014), manifestó en el estudio del crecimiento de *Oreochromis niloticus*, Tilapia del Nilo, en primer alevinaje, cultivado en estanques, en 60 días, evaluando densidades de 30 peces/m<sup>2</sup> y 45 peces/m<sup>2</sup>, obtuvo valores del factor de conversión alimenticia de 1,76 y 1,84 para ambos tratamientos respectivamente, valores mucho mejores que los obtenidos en la presente investigación.

Los valores promedios obtenidos son mejores a los de Palacios (2004), quien trabajó con

*Oreochromis sp.* “tilapia roja”, cultivada en estanques de 15 m<sup>2</sup>, en la etapa de levante, 90 días de cultivo, a densidad de 55 alevines/m<sup>2</sup>, y quien obtuvo un factor de conversión alimenticia de 2,095. Así mismo Díaz et al. (2012), quienes para un periodo de cultivo de la fase de levante, obtuvieron valores promedios de 1,65, trabajando en estanques de concreto de 8 x 20 x 2,5 m, con un volumen útil de 280 m<sup>3</sup>, a una densidad de 12 peces/m<sup>3</sup>, obtuvieron mejores valores a los que se obtuvieron en la presente investigación.

En tabla 4.14 se pudo observar que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) del factor de conversión alimenticia de Análisis de varianza del factor de conversión alimenticia promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades, indicó que si existieron diferencias significativas en el factor de conversión alimenticia con los tratamientos usados ( $F=42,575$ ;  $p < 0,05$ ), en este caso se pudo deducir que las distintas densidades de siembra si influyeron sobre los valores del factor de conversión alimenticia. Esto se pudo corroborar con el valor estadístico de la "F." En este caso el valor de la "F" fue de 42,575. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor "F" necesitó ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 42,575 y fue mayor que el valor crítico de la F, por lo tanto si existieron diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) en el factor de conversión alimenticia.

En la tabla 4.2 y figura 4.14, se observó la producción promedio (Kg/m<sup>2</sup>) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades, a 85 días de cultivo, que duró la fase experimental, donde se observó una producción de 1,37 Kg/m<sup>2</sup> cuando se trabajó a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que a la densidad de 30 peces/ m<sup>2</sup> se obtuvo una producción de 1,37 Kg/m<sup>2</sup>. Así mismo en la tabla 4.15 y figura 4.13, se observó en comportamiento de la producción durante los 85 días de cultivo, donde se pudo apreciar que con una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup> (T2) se tuvo una producción similar en ambos cultivos, lo que indica que no se tiene una diferencia.

Palacios (2004), quien trabajó con *Oreochromis sp.* “tilapia roja”, cultivada en estanques de 15 m<sup>2</sup>, en la etapa de levante, 90 días de cultivo, a densidad de 55 alevines/m<sup>2</sup>, obtuvo una producción de 2,77 Kg/m<sup>2</sup>; en esta investigación se obtuvo una producción menor debido a que se trabajó a una densidad menor.

Así mismo Cano (2014), en una investigación del crecimiento de *Oreochromis niloticus*, Tilapia del Nilo, en primer alevinaje, cultivado en estanques, en 60 días, evaluó densidades de 45 peces/m<sup>2</sup> y 30 peces/m<sup>2</sup>, obteniendo valores de producción de 1,58 Kg/m<sup>2</sup> y 1,45Kg/m<sup>2</sup>, valores cercanos a los obtenidos en la presente investigación.

En la tabla 4.16 se pudo observar que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) de la producción promedio (Kg/m<sup>2</sup>) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades; indica que no existe diferencias significativa en la producción de los tratamientos usados ( $F=$

9,000;  $p < 0,05$ ), en este caso se pudo decir que las distintas densidades de siembra no influyen sobre los valores de la producción. Esto se pudo corroborar con el valor estadístico de "F." En este caso el valor de "F" fue de 9,000. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor de la "F" necesita ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 9,000 y fue menor que el valor crítico de F, por lo tanto no existieron diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) en la producción Kg/m<sup>2</sup>.

En la tabla 4.2 y figura 4.16, se observó la Supervivencia (%) de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica", etapa de levante, cultivada a dos densidades, donde a los 85 días de cultivo, que duró la fase experimental, se apreció una supervivencia de 99,0 % para una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que para una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup> se obtuvo una supervivencia de 98,33.

Así mismo en la tabla 4.17 y figura 4.15, se observó el comportamiento de la supervivencia durante los 85 días de cultivo, donde se pudo apreciar que en ambos tratamientos dentro los primeros 28 días presentó una mortalidad de 0,67 y 0,83% para los tratamientos 1 y 2 respectivamente, debido posiblemente al estrés.

En la presente investigación, estadísticamente, la densidad de la población no afectó las tasas de supervivencia, esto concuerda con lo manifestado por Calderón (2014), quien manifestó que la densidad no afectó la supervivencia y puede deberse a que todos los peces tenían un tamaño bastante uniforme de la media, además del cuidado para el cultivo. Esto sugiere que la densidad de la población pudo tener una influencia limitada en la supervivencia. A pesar de que no hubo diferencias significativas, la tasa de supervivencia es ligeramente menor en el tratamiento de mayor densidad.

Cano (2014), en una investigación del crecimiento de *Oreochromis niloticus*, Tilapia del Nilo, en primer alevinaje, cultivado en estanques, en 60 días, evaluó densidades de 45 peces/m<sup>2</sup> y 30 peces/m<sup>2</sup>, quien obtuvo valores de 96,25 % y 96,45 %, para ambos tratamientos respectivamente, valores cercanos a los obtenidos en la presente investigación. Palacios (2004), trabajó con *Oreochromis sp.* "tilapia roja", cultivada en estanques de 15 m<sup>2</sup>, en la etapa de levante, 90 días de cultivo, a densidad de 55 alevines/m<sup>2</sup>, obtuvo una supervivencia de 94,54 %; en esta investigación se obtuvo una supervivencia mayor trabajando a una densidad menor.

Así mismo Díaz et al. (2012), obtuvieron menores valores a los de la presente investigación, quienes para un periodo de cultivo de la fase de levante, obtuvieron valores promedios de 70,0 % de supervivencia, trabajando en estanques de concreto de 8 x 20 x 2,5 m, con un volumen útil de 280 m<sup>3</sup>, a una densidad de 12 peces/m<sup>3</sup>. En tabla 4.18 se pudo observar que el análisis de varianza ( $\alpha=0,05$ ) de la supervivencia promedio (%) de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica", etapa de levante, cultivada a dos densidades, indicando que no existieron diferencias significativa en la supervivencia de los tratamientos usados ( $F= 5,611$ ;  $p < 0,05$ ), en este caso se pudo deducir que las distintas densidades de siembra no influyen sobre los valores de la supervivencia. Esto se pudo

corroborar con el valor estadístico de "F." En este caso el valor de "F" fue de 5,611. Para saber si estos resultados fueron significativos (o sea, si la probabilidad "P" tuvo un valor menor a 0,05), el valor de "F" necesitó ser al menos 18,5128 (o sea, el valor crítico de la F). Entonces, como el valor de "F" fue de 5,611 y fue menor que el valor crítico de F, se pudo decir que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos (T1: 15 peces/m<sup>2</sup>; T2: 30 peces/m<sup>2</sup>) en la supervivencia.

Cifuentes et al. (2012), manifestaron que el factor de condición, comúnmente designado como K, es utilizado para comparar la "condición" o "bienestar" de un pez o población, basándose en que los peces de mayor peso, a una determinada longitud, presentan una mejor condición (Froese, 2006). No obstante, la interpretación de los índices de condición debe hacerse cuidadosamente pues pueden depender de varios factores (Froese, 2006; McPherson et al., 2011) y la disponibilidad de alimento (Rennie y Verdon, 2008) o estacionalidad (Blackwell et al. 2000; Trudel et al., 2005), incluyendo su interrelación (Rennie et al., 2008).

García et al. (2001), reportaron que el factor de condición puede indicar el estado nutritivo de los organismos y, en cultivo, es útil para comparar y cuantificar numéricamente la condición o estado en que el pez se encuentra pudiendo asociarse a una valoración de la contextura o estado de delgadez o gordura (Martínez, 1987). Hay variaciones interespecíficas de K, y para una especie determinada puede variar ampliamente, ya que sobre él influyen entre otros factores la temperatura, cantidad y calidad de alimento y estado reproductivo. Durante la investigación, el crecimiento de *Oreochromis niloticus* es alométrico, encontrando el factor de condición entre 3,70 y 6.60 para los tratamientos T1 (15 peces/m<sup>2</sup>) y T2 (30 peces/m<sup>2</sup>) respectivamente, tal como se pudo observar en la tabla 4.19 y figuras 4.17 y 4.18. Así mismo en la tabla 4.20 en el análisis de varianza se observó que existieron diferencias significativas entre ambos tratamientos, es decir que las distintas densidades de siembra influyeron sobre los valores del factor de condición. Sin embargo los rangos alcanzados por Díaz et al. (2012), en un cultivo semi-intensivo de tilapia, *Oreochromis niloticus*, en estanque de concreto fue de 1,79. Así mismo Cano (2014) en una investigación de *Oreochromis niloticus*, Tilapia del Nilo, en primer alevinaje, cultivado en estanques a dos densidades, a los 60 días de crianza, un factor de condición en un rango de 1,99 a 2,53 no mostrando diferencias significativas entre tratamientos.

Se observó la relación longitud-peso siendo  $W = 0,03571 L^{2,70746}$  para el T1 y para el T2  $W = 0,05097 L^{2,54345}$ , el valor del exponente para ambos tratamientos fue diferente a 3 lo que indica un crecimiento de tipo alométrico (Ricker, 1975). Nehemia et al. (2012) indican que el factor de condición por debajo de 3 es de tipo alométrico negativo y sobre este valor es alométrico positivo según Felipa et al. (2016). Cuando  $n > 3$ , el pez llega a ser más pesado para la longitud que tiene (Tresierra, 1993). Se puede señalar que la relación longitud-peso de *Oreochromis niloticus* "tilapia nilótica", etapa de levante, cultivada a dos densidades, es alométrico negativo a través del periodo experimental. El valor del exponente b determinado es cercano a los valores encontrados

por Díaz et al. (2012), en un cultivo semi-intensivo de tilapia, *Oreochromis niloticus*, en estanque de concreto observó que la relación peso-longitud describió claramente un modelo de regresión potencial, donde encontró la relación  $Y = 0,0838$  y  $X = 2,4794$ ; estos valores son cercanos a los encontrados.

Cano (2014), hizo el análisis estadístico de longitud - peso siendo el modelo que se ajustó mejor a los datos de tipo potencial, el cual se expresó como  $W = 0,24230273 L^{1,738}$ , lo que indicó que el crecimiento obtenido fue alométrico negativo con 1,738, en primer alevinaje, mientras que Gómez et al. (2010) citado por Juárez et al. (2011), quienes determinaron los parámetros de crecimiento de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo, los cuales llevaron su crecimiento hasta la fase comercial, y determinó un crecimiento alométrico positivo de 3,099, al final del cultivo.

Durante el periodo de cultivo de la investigación los valores obtenidos se encontraron en un rango de temperatura promedio diaria de 27°C y 29°C (tabla 4.21 y figura 4.19) siendo ideales para el cultivo de tilapia, encontrándose dentro de los rangos que otros autores como Serna (2009), quien indicó que el agua es el insumo básico y de su calidad depende el crecimiento del pez y, consecuentemente, la producción de la finca. Así mismo en la presente investigación, durante los 85 días de cultivo, la temperatura a las 07:00 horas estuvo entre 21,0 °C y 27,0 °C, a las 13:00 horas el rango fue entre 28,2°C y 31,5°C, mientras que a las 18:00 horas el rango fue entre 29,0°C y 32,6°C; estos valores se encontraron en un rango óptimo de temperatura para crecimiento de la tilapia quien oscila entre 20 y 30°C (SEPESCA, 1988).

Según Uchida y King, citados por Balarin, (1979), mencionaron, que la temperatura adecuada para desove y crecimiento de los estanques para *Oreochromis mossambicus* puede fluctuar de 20 a 35°C. Sánchez (2000), describió que el rango óptimo de temperatura para el cultivo de tilapias fluctúa entre 28 y 32°C, con variaciones hasta de 5°C. Alamilla, (2001), resaltó que el rango natural para el desarrollo de cultivo de tilapia oscila entre 20 a 30°C pudiendo soportar temperaturas menores. Marcillo (2000), obtuvo los siguientes resultados de temperatura, rango óptimo de 26 a 29°C y la temperatura ideal del engorde de estos peces es de 24 a 32°C. Para ALICORP (1997), “el rango óptimo de temperatura para los cultivos de tilapias fluctúa entre 28 y 32°C.

Dentro de las condiciones y parámetros de cultivo que debe tener la tilapia. Cantor (2007), manifestó que el oxígeno disuelto debe estar entre 3 a 10 mg/l. La variación del oxígeno disuelto durante la presente investigación estuvo dentro del rango de 7,3 mg/l y 9,7 mg/l, rango considerado óptimo para el cultivo de la especie *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”. Nicovita (2014), manifestó que la tilapia es capaz de sobrevivir a niveles bajos de oxígeno disuelto (1,0 mg/l), pero esto provoca efecto de estrés, siendo la principal causa de origen de infecciones patológicas. Para mantener un cultivo exitoso de tilapia, los valores de oxígeno disuelto deberían estar por encima de los 4 mg/l, el cual debería ser medido en la estructura de salida del estanque

(desagüe). Valores menores al indicado, reducen el crecimiento e incrementa la mortalidad.

Sánchez (2000), manifestó que las tilapia en general sobreviven en el rango de 5 – 10, pero muestran su mejor crecimiento en el rango de pH de 6 – 9, es decir neutro o ligeramente alcalinos, siendo 7,5 el pH ideal para su crianza según Cano (2014). Mientras que Cantor (2007), manifestó que para el cultivo de tilapia se debe realizar un completo análisis físico-químico de la fuente de agua, teniendo en cuenta los parámetros y cantidades respectivas que indican la calidad del agua, dentro de ello tenemos el pH debe estar entre 6,5 a 9,0. Durante el periodo de cultivo, en la presente investigación, se obtuvieron valores cercanos de pH encontrándose en un rango de 7,7 y 8,6 como se ve en la tabla 4.21 y figura 4.21, lo que pudo afirmar que el cultivo estuvo dentro de los rangos óptimos para el buen crecimiento de la especie.

Cantor (2007), manifestó que para el cultivo de tilapia se debe realizar un completo análisis físico-químico de la fuente de agua, teniendo en cuenta los parámetros y cantidades respectivas que indican la calidad del agua, dentro de ello tenemos la turbidez que debe de estar entre 30 a 40 cm, medidos con el disco Secchi, tal como Núñez (2017), sugiere valores entre 25 y 40 cm de visibilidad con el disco Secchi. Mientras tanto Cano (2014), manifestó que en Piscicultura se recomienda mantener valores de visibilidad entre 25 a 70 cm; durante el periodo de cultivo de la investigación se obtuvieron valores de transparencia entre un rango de 27,5 cm y 32 cm como se observó en la tabla 4.21 y figura 4.22, lo que pudo afirmar que el cultivo estuvo dentro de los rangos óptimos para el buen crecimiento de la especie.

En la tabla 4.22, se mostró la correlación entre los parámetros del estudio y los parámetros del medio ambiente, cuando se utilizó una densidad T1: 15 peces/m<sup>2</sup> dejó en evidencia, que el nivel de pH se relacionó en forma significativa (Sig. < 0,05) e inversa con el peso, longitud, biomasa y tasa de crecimiento. La correlación negativa indicó que niveles altos de pH, no permiten alcanzar más peso y longitud, reduciendo la cantidad de biomasa y la tasa de crecimiento. Tal como indica Nicovita (2014), valores extremos (menores 6,5 o mayores que 9,0) retardan el crecimiento y retrasan la reproducción. La transparencia y la temperatura no evidenciaron relación significativa (Sig. > 0,05), con ninguno de los parámetros del estudio, vale decir, peso, longitud, biomasa, mortalidad, FCA, tasa de crecimiento y supervivencia.

El oxígeno evidenció relación significativa (Sig. < 0,05) y directa con el FCA; este resultado indicó que la presencia de mayor oxígeno favoreció al FCA.

En la tabla 4.23, se obtuvo la correlación entre los parámetros del estudio y los parámetros del medio ambiente, cuando se utilizó una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup> se observó que el pH se relacionó en forma significativa (Sig. < 0,05) e inversa con el peso, longitud, biomasa y tasa de crecimiento; la correlación negativa indicó que la presencia de un nivel de pH elevado, no permite que *Oreochromis niloticus*, alcance un mayor peso y longitud; tampoco permite que dicha variedad alcance mayor biomasa y una mayor tasa de crecimiento. En este caso, la transparencia también se relacionó en forma significativa (Sig. < 0,05) e inversa con el peso, longitud y biomasa de la



variedad investigada; la correlación negativa indica que un mayor nivel de transparencia, no permite alcanzar un mayor peso, longitud y biomasa.

La temperatura y el oxígeno, no evidenciaron relación significativa ( $\text{Sig.} > 0,05$ ) con ninguno de los parámetros asociados al desarrollo de *Oreochromis niloticus*, es decir, peso, longitud, biomasa, mortalidad, FCA, tasa de crecimiento y supervivencia.

## CONCLUSIONES

- 1.- Al final de la investigación se obtuvo mejores resultados en el tratamiento 1 con un peso promedio de 98,80 g. y una longitud de 18,40 cm. que en el Tratamiento 2, donde se registró un peso promedio de 52,68 g. y una longitud de 13,80 cm.
- 2.- La sobrevivencia obtenida fue de 99 % en el tratamiento 1 y 98,33 % en el tratamiento 2 obteniendo un alto rango de sobrevivencia.
- 3.- Se obtuvo una mejor biomasa en el tratamiento 2 con 62,16 kg., mientras que para el tratamiento 1 fue de 58,69 kg debido a la densidad sembrada en el tratamiento 2.
- 4.- El factor de conversión alimenticia fue de 2,45 cuando se trabajó a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, mientras que a la densidad de 30 peces/ m<sup>2</sup> se obtuvo 2,93.
- 5.- Los parámetros de la calidad del agua estuvieron dentro de los rangos de temperatura promedio diaria de 27°C y 29°C; el oxígeno disuelto estuvo dentro del rango de rango de 7,3 mg/l y 9,7 mg/l y el pH estuvo dentro del rango de 7,7 y 8,6; por ello se obtuvieron buenos índices de crecimiento.

## **RECOMENDACIONES**

1. Realizar investigaciones sobre enfermedades posibles en cultivo de tilapia en estanques de concreto.
2. Realizar investigaciones en los diferentes tipos de cultivo para un aporte más amplio en el cultivo de la especie.
3. Formular una dieta alimenticia con insumos que se producen en la zona.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ALAMILLA, T. (2001). "Cultivo de tilapia". México Zoe Tecno Campo. Pag. 15
- ALICORP NICOVITA. (2000). Manual de crianza tilapia. Editado y publicado por Alicorp S.A. Lima-Perú. 50pp. Disponible en: <http://www.alicorp.com.pe> [accesado el 20 de Octubre de 2018]
- AGUILERA, H., Y NORIEGA, C. (1995). La tilapia y su cultivo. Fondepesca. México. Pag. 85
- AGRIBANDS PURINA. (2001). Programa Purina para la alimentación de Especies Acuáticas. 20pp. Disponible en: <http://agribands.com/countries/mexico/acuacultura6.htm> [accesado el 01 de setiembre de 2018]
- ANTONIO, P., ZENAIDA, C., Y LILIDO, R. (2012). Características físico-químicas y morfométricas en la crianza en cautiverio de la tilapia roja (*oreochromis spp.*) En una zona cálida tropical. Mundo Pecuário, 8, (3), 166-171
- ARREDONDO, J., CAMPOS, R., FLORES, V., GARDUÑO, H., Y GONZALES, F. (1994). Desarrollo Científico y Tecnológico del Banco de Genoma de Tilapia. México. Convenio SEPESCA/UAM-I. Secretaria de Pesca. Pag. 89
- BALARIN, D. (1979). Tilapia a guide to their biology and cultura in Africa. University Stirling. Stirling-Escocia. Pag. 128-130
- BALTAZAR, M. (2007). La tilapia en el Perú: acuicultura, mercado, y perspectivas. Conferencia de la XV reunión científica del Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi. Avances de las ciencias Biológicas en el Perú, 13, (3) 267-273
- BARTHOLOMEW, G. (1999). Sistemas de producción de Tilapias en Honduras. V Simposio Centroamericano De Acuicultura 18-20 de Agosto de 1999, Department of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University. San Pedro de Sula Honduras. Pag. 254-257
- BERMAN, Y. (1997). Producción intensiva de tilapia en agua fluyente. IV Simposio Centroamericano de Acuicultura. Aqua Corporation International, S.A. Cañas Costa Rica. Cultivo sostenible de camarón y tilapia. Tegucigalpa. Honduras. Pag. 59-63
- BOYD, E. (1981). Water quality fir pond fish culture. Esevier. USA. Pag. 318

- BOYD, C. (1996). Manejo del suelo y de la calidad de agua en la Acuicultura de piscinas. Asociación Americana de la Soya. Venezuela
- BLACKWELL, B., SEAMANS, T., HELON, D., Y DOLBEER, R. (2000). Early loss of Herring Gull glutches after egg-oiling. Wildlife Society Bulletin, 28, (1) 70-75
- BHUJEL, R. (2013). On-farm feed management practices for Nile tilapia (*Oreochromis*). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583
- CANO, E. (2014). Evaluación del crecimiento de *Oreochromis niloticus* “Tilapia Nilótica” en primer alevinaje, cultivada en estanques a dos densidades, en Curumuy, año 2014. Tesis. Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional de Piura. Colección de tesis UNP
- CANTOR, F. (2007). Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Puebla. En Manual de producción de Tilapia. Pag 15-19
- CABRERA, T., JAY, D., y ALCESTE, C. (2001). “Actualización del cultivo de tilapia en el mundo. VI Congreso Ecuatoriano de Acuicultura y V Congreso Latinoamericano de Acuicultura”. Ecuador
- CASTILLERO, D. (1990). Manual técnico y práctico sobre el cultivo de tilapia. Guayaquil-Ecuador. Pag. 664
- CASTILLO, L. (2001). Tilapia roja 2001 una evolución de 20 años, de la incertidumbre al éxito doce años después. Disponible en: <http://www.mispecies.com/estudios/estudios.asp> [accesado el 25 de Octubre de 2018]
- CALZADA, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina. Milagros S.A. Lima-Perú. Pag. 664
- COMISIÓN ASESORA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA-CAICYT (1987). En Nutrición en Acuicultura I. Higuera, M., Espinoza, J., y Labarta, U. (Eds). Pag. 271
- CHANG, W., Y OUYANG, H. (1988). Dynamics of Dissolved Oxygen and Vertical Circulation in Fish Ponds. Aquaculture, (3) 263-275
- CHIMITS, P. (1957). The tilapia and their culture. FAO fish. Bull, 10, 1-24

CHORM, E., Y WEBSTER, C. (2006). Tilapia, Biology. Culture and Nutrition. New York: The Haworth Press.

DIAZ, M., ALBA, R., VENEROS, L., DAVILA, F., PLASENCIA, W., Y MENDOZA, F. (2012). Cultivo Semi-intensivo de tilapia, *Oreochromis niloticus*, en estanque de concreto en el caserío Palo Blanco (Cascas, La Libertad-Perú), 32, (2) 99-107

ELLIS, T., NORTH, B., Y SCOTT, A. (2002). The Relationship between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. (T. F. isles, Ed.) Journal of Fish Biology, (61) 493-531

EL -SAYED, A. (2002). Effects of stocking density and feeding levels on growth and feeding efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. Aquaculture Research, (33) 621-626.

ERASO, A. (1996). "Prácticas de alimentación y almacenamiento" En fundamentos de nutrición y alimentación en Acuicultura. Soller, M., Rodríguez, H. y Victoria, P. (Eds). Documento. Instituto Nacional de pesca y Acuicultura INPA- Republica de Colombia. CAL publicidad. Santa Fe de Bogotá. Colombia. Pag. 273-296

ESPEJO, G. (2003). Cultivo de Tilapia roja en jaulas. ASA/SAM. Pag. 4

FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO-FONDEPES (2004). Proyecto de apoyo al Desarrollo del sector Pesca y Acuicola del Perú- PADESPA. En "Manual de Cultivo de Tilapia". Pag. 115

FITZSIMMONS, K. (1998). Tilapia life history and biology. Southe regional aquaculture center. Publicación N° 283.

FITZSIMMONS, K. (2004). Tilapia Roja, una evolución de 23 años, de la incertidumbre al éxito. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/azaqua/ista/Colombia/Castillo2004.doc> [accesado el 28 de Octubre de 2018]

FROESE, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology. Pag 241-253

GUERRERO, R. (2002). Tilapia farming in the Asia-Pacific Region. Proceeding of the International Forum on Tilapia farming in the 21 st. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html> [accesado el 28 de Octubre de 2018]

- GISIS S.A. (2018). Líder mundial en alimentación para la Acuicultura. Disponible en: <http://www.skretting.com> [accesado el 30 de Agosto de 2018]
- GODINES, G. (1998). Cultivo de híbrido de *Tilapia hornorum* (macho) y *Tilapia Nilótica* (hembra) en jaulas flotantes en El lago de Ilopango. *Revista Latinoamericana de Acuicultura*. Pag. 74-82
- HERPHER, B., Y PRUGININ, Y. (1989). Cultivo de peces comerciales. Experiencias de las granjas en piscícolas en Israel. Limusa. México. Pag. 64
- HUET, M. (1973). Tratado de Piscicultura. Mundi. Empresa. Madrid. España
- HURTADO, N. (2002). La Tilapia Roja en el Perú. *Infofish international*. Perú, 89, (6) 37
- INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA-INPA. (1996). Fundamentos de Nutrición y Alimentación en Acuicultura. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Soler, J., Rodríguez y H., Daza, P. (Eds). Santa Fe de Bogotá. Colombia
- JUAREZ V., TUME J., Y GARCIA A. (2011). Determinación de los parámetros de crecimiento de *Tilapia Nilótica* (*Oreochromis niloticus*) en un estanque revestido con geomembrana y abastecido con agua de subsuelo. Universidad Alas Peruanas. Pag 8-10
- KUBITZA, F. (2000). Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção manejo nutricional e alimentaria e sanidade. *Panorama da Aquicultura*. 33-34
- LEÓN, W., MARCIAL, R. Y MURILLO, F. (1987). Cultivo integral de tilapia, patos y cerdos, en Curumuy. Ministerio de Agricultura
- LIM, C. (1995). Practical feeding of tropical aquatic species. In *Proceedings, International Symposium on fish and Crustacean Nutrition*. Brasil. Pag. 8-11
- LIM, C. (1997). Nutrition and feeding of tilapias. Cultivo sostenible de camarón y tilapia. IV Simposio Centroamericano de Acuicultura. Honduras. Pag. 94-103
- MCPHERSON, L., SLOTTE, A., KVAMME, C., MEIER, S. Y MARSHALL, C. (2011). Inconsistencies in measurement of fish condition: a comparison of four índices of fat reserves for Atlantic herring (*Clupea harengus*). *iCES Journal of Marine Science*. Pag. 52-60

MARCILLO, G., Y LANDIVAR, Z. (2000). Tecnología de Producción de alevines monosexo de tilapia. Escuela Superior Politécnica. Ecuador. Pag. 61

MEYER, D. (1999). La calidad del agua. Manual de Introducción a la Acuicultura. Honduras

MABAYE, B. (1971). Observation on the growth of tilapia mossambica feed artificial diets. Zambia, (5) 379-396

MARCIAL, R., Y GALVEZ, M. (2000). Impacto ambiental de la introducción de tilapias en la cuenca del río Piura. Universalia. Piura, 5, (1) 80-97

MARTINEZ, M. (1987). Métodos de evaluación, control y racionamiento en la alimentación práctica. Alimentación en Acuicultura. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica. Espinoza y Labarta. (Eds). Madrid

MANZANO, A. (1997). Inferencia estadística. Aplicaciones con SPSS/PC+. México: RA-MA, Alfaomega S.A. (Ed) de C.V. Pag. 609

MEYER, D. (1999). La calidad del agua. Manual de Introducción a la Acuicultura. Honduras

MINISTERIO DE LA PRODUCCION-PRODUCE. (2004). “Cultivo de Tilapia”. Documento Técnico de la Dirección Nacional de Acuicultura. Viceministerio de Pesquería. Perú

MOISÉS, D., ROGER, A., BILMIA, V., FELIX, D., LUIS, A., WILLY, P., Y FRANCISCO, M. (2012). Cultivo semi-intensivo de tilapia, *Oreochromis niloticus*, en estanque de concreto en el caserío Palo Blanco (Cascas, La Libertad-Perú). REBIOL 2012; (julio-diciembre 2012) Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú, 32, (2) 99-107

NASLAUSKY, B. (2001). Situacao atual da criacao de tilapias no Brasil. Workshop International de Tilapias: cultivo y comercialización. San Martín. Perú

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA-FAO (2014). “Transporte de peces vivos”. Disponible en: [http://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO\\_Training/General/x6709s/x6709s14.htm](http://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/General/x6709s/x6709s14.htm) [accesado el 20 de Octubre de 2018]



PALACIOS, J. (2004). Crecimiento del *Oreochromis sp* “Tilapia roja” cultivado en estanques, durante la fase de levante, en el distrito de Querecotillo, provincia de Sullana, departamento de Piura. Tesis. Ingeniero pesquero. Universidad Nacional de Piura. Colección de tesis UNP

PALLARES, P., Y BORBOR, W. (2012). Efecto del ácido omega 3 y la combinación omega 3 y omega 6 en la alimentación de tilapia roja (*Oreochromis spp*) en la finca El porvenir en la zona de Santo Domingo. Tesis. Ingeniero Agropecuario. Ecuador

PAICO Y GARCIA (1981). Evaluación de los principales factores abióticos en el embalse de Poechos del Departamento de Piura-Universidad Nacional de Piura. Programa académico de Ingeniería Pesquera. Piura. Perú. Pag. 82

POPMA, T. (1999). El cultivo de la tilapia y su futuro, con énfasis en América Latina. Auburn University. Revista peruana de acuicultura suplemento especial. Alabama EE.UU

POPMA, T., Y Masser, M. (1999). Tilapia, Life History and Biology. Souther Regional Aquaculture Center. USA. Publication 283. Pag. 4

POPMA, T. (1996). Worldwide prospect for comercial production of tilapia. Research and Development Series N° 41. International center for aquaculture and aquatic environments. Department of fisheries and Allied Aquaculture Aubun University Alabarna – USA

QUIROS, R. (1999). The relationship between fish yield and stocking density in reservoir from Tropical and Temperates Regions. Eds. J. Tundisi, & M. Straskaba. International Institute of Ecology. Brazilian Academy of Sciences.

PÉREZ, R. (2001). Perfil metodológico para el cultivo de Tilapia en estanques de tierra y jaulas flotantes. Pradepesca. Unión Europea - Ospesca. Ministerio de agricultura y ganadería centro de desarrollo pesquero. Guía para el cultivo de tilapia en estanques

REBAZA, C., VILLAFANA, M., Y REBAZA, S. (2002). Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* “paco” en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales. Folia Amazónica. (13) 1-2

RENNIE, M., Y VERDÓN, R. (2008). Evaluation of condition indices for the lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. North American Journal of Fisheries Management. Pag. 28

RODRIGUEZ, O., ERAZO, A., Y DORADO, M. (1993). Calidad del agua en Acuicultura

Continental. Aspectos básicos para el cultivo de trucha Arco Iris. Cultivo de peces en jaulas flotantes y corrales. Fundamentos de Acuicultura Continental. Santa Fe Bogotá. Colombia. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/21450865/Fundamentos-de-Acuicultura-Continental> [accesado el 30 de setiembre de 2018]

RODRÍGUEZ, E. (1999). Tilapia, Reproducción y Alevinaje. Caracas - Venezuela.

SAAVEDRA, S. (2006). Manejo del cultivo de tilapia. Managua. Nicaragua. Disponible en: <http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades.pdf> [accesado el 30 de setiembre de 2018]

SALDAÑA, G., PICHILINGUE, N., Y SANCHEZ, J. (1986). Efectos de la alimentación proteica en el crecimiento de “tilapia” híbrida *Oreochromis hornorum* macho x *Oreochromis niloticus* hembra en estanques semi naturales, IIAP-DIREPE XIII. Tarapoto

SANCHEZ, H. (2001). “Crecimiento de *Oreochromis sp* (Híbrido de Tilapia roja) en segundo alevinaje a tres densidades, en jaulas fijas. Noviembre – Diciembre – 2000 – Piura – Perú”. Tesis. Ingeniero pesquero. Universidad Nacional de Piura. Colección de tesis UNP

SANCHEZ, D., Y MASTROKALO, C. (2000). Manual de crianza de tilapia. Disponible en: <http://www.alicorp.com.pe> [accesado el 21 de setiembre de 2018]

SOLLA, S. (1999). “Manual para aguas cálidas”. Alimento balanceado para animales. Solla S.A. Colombia. Pag. 53

SCHMITTOU, H. (1993). Cultivo de peces a alta densidad en jaulas de bajo volumen. Asociación Americana de la Soya. ASA. Estados Unidos de América. Pag. 83

SECRETARIA DE PESCA DE MEXICO-SEPESCA, (1988). Manual Técnico para el cultivo de la tilapia en los centros Acuícolas de la secretaria de pesca. México. Pag. 203

SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE-SERNA, (2009). “Guía de buenas prácticas ambientales para el cultivo de tilapia”. En Elaboración Técnica por el centro Nacional de Producción más limpia de Honduras (CNP+LH). Pag. 130

STICKNEY, R. (1979). Feed nutrition and growth in principles of warmwater aquaculture. New York. Pag. 161-221

STICKNEY, R. (1997). Tilapia nutrition, feeds and feeding. En Tilapia Aquaculture in the

americans. Vol I Worlds Aquaculture Society. Tilapia association. Costa, B., Rakocy, J. (Eds). Estados Unidos. Pag. 53

THORARENSEN Y FARRELL, A. (2010). Comparative analysis of the biological Requirements for salmonid production at a range of densities in closed containment system. Evaluation of closed-containment Technologies for salwater, 10- 11

TORRES, E. (1993). “Cultivo de mojarra plateada y mojarra roja”. En Fundamento de Acuicultura Continental. Rodríguez, H., Polo, G., Y Salazar, G. (Eds). Documento. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA. Cal. Colombia. Pag. 193-205

TORRES, E. (1989). Levante superintensivo de post larvas de *Macrobrachium rosenbergii* y engorde en policultivo con cachama blanca *Piaractus brachipomus* y mojarra *Oreochromis niloticus*. Memorias III Reunión Red Nacional de Acuicultura Inderena Ciudad de Bogotá. Pag. 524

TOLEDO, S. (2005). Cultivo de tilapia: Experiencia en Cuba. I Taller Seminario de Acuicultura Continental - Especies de Aguas Templadas-Cálidas. Argentina. Disponible en: <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf> [accesado el 20 de setiembre de 2018]

TOLEDO, J., CISNEROS, A., Y ORTIZ, E. (1983). Requerimientos nutricionales en Alevines de *Oreochromis aureus* (Tilapia nilotica) I Nivel óptimo de proteína con dietas purificadas. Revista Latinoamericana de Acuicultura. Perú. 18, 379-396

TRUDEL, M., TUCKER, S., MORRIS, J., HIGGS, D., Y WELCH, D. (2005). indicators of energetic status in juvenile coho and chinook salmon. North American Journal of Fisheries Management, 25, 374-390

TREWAVAS, E. (1983). A review of the tilapiine fish of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. Bull. Br. Mus. Zool

TRESIERRA, A. (1993). Biología Pesquera. Trujillo - Perú. Libertad (Ed). Pag 349-359

TUNG, P., Y SHIAU, Y. (1991). Effect frequency on growth performance of tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture. Pag. 343-350

WATANABE, W., LOSORDO, M., FITZSIMMONS, K., Y HANDLEY, F. (2002). Tilapia

production system in the Americans. Technological advances, trends, and challenges. Fisheries Science. 10, 465-498

WICKI, G., Y GROMEDIA, N. (1997). Estudio de desarrollo y producción de tilapia. Argentina. Disponible en: <http://www.geocities.com/sanfdo/index.htm> [accesado el 20 de setiembre de 2018]

## ANEXOS

### ANEXO 1. Ficha de muestreo para parámetros físico- químicos del agua

HORA	FECHA	PARAMETRO	ESTANQUE			
			1	2	3	4
		pH				
		Transparencia				
		Temperatura				
		Oxígeno disuelto				
		pH				
		Transparencia				
		Temperatura				
		Oxígeno disuelto				
		pH				
		Transparencia				
		Temperatura				
		Oxígeno disuelto				

### ANEXO 2. Ficha de muestreo biométrico

ESTANQUE N°					
N°	LONGITUD (CM)	PESO (G)	N°	LONGITUD (CM)	PESO (G)
1			13		
2			14		
3			15		
4			16		
5			17		
6			18		
7			19		

**ANEXO 3. Ficha de muestreo de temperatura del agua del estanque**

FICHA DE MUESTREO: TEMPERATURA DEL AGUA DEL ESTANQUE							
ESTANQUE N°:							
FECHA	HORA	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA AMBIENTAL	FECHA	HORA	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA AMBIENTAL

**ANEXO 4. Valores promedio de los resultados obtenidos en el crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a una densidad de 15 peces/m<sup>2</sup>, en San Juan de Curumuy.2018.**

PARAMETRO	UNIDAD	SIEMBRA	MUESTREO					
			1	2	3	4	5	6
FECHA	Día/mes	04-Ago	18-Ago	01-Set	15-Set	29-Set	13-Oct	27-Oct
PESO	g	6,70	12,28	19,96	34,22	48,40	69,50	98,80
LONGITUD	cm	6,30	10,20	11,20	12,30	13,50	15,60	18,40
TASA DE ALIMENTACIÓN	%	10	10	10	8	8	8	8
MORTALIDAD	%	0	0	0,7	0	0,3	0	0
POBLACIÓN	N°	600	600	596	596	594	594	594
BIOMASA	Kg	4,02	7,37	11,90	20,40	28,75	41,28	58,69
CANTIDAD ALIMENTO	Kg	-	5,63	10,32	16,65	22,84	32,20	46,24
F.C.A.	N°	-	1,7	2,3	2,0	2,7	2,6	2,7
PRODUCCIÓN	Kg/m <sup>2</sup>	0,10	0,18	0,30	0,51	0,72	1,03	1,47
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO	g/día	-	0,40	0,55	1,02	1,01	1,51	2,09
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN LONGITUD	cm/día	-	0,28	0,07	0,08	0,09	0,15	0,20
SUPERVIVENCIA	%	100	100,00	99,33	99,33	99,00	99,00	99,00
FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA TOTAL	N°	2,45						
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EFECTIVO EN PESO	g/día	1,08						
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EFECTIVO EN LONGITUD	cm/día	0,14						
SUPERVIVENCIA TOTAL	%	99,00						
PRODUCCIÓN EFECTIVA	Kg/m <sup>2</sup>	1,37						

**ANEXO 5. Valores promedio de los resultados obtenidos en el crecimiento de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a una densidad de 30 peces/m<sup>2</sup>, en San Juan de Curumuy .2018.**

PARAMETRO	UNIDAD	SIEMBRA	MUESTREO					
			1	2	3	4	5	6
FECHA	Día/mes	04-Ago	18-Ago	01-Set	15-Set	29-Set	13-Oct	27-Oct
PESO	g	6,05	8,60	13,18	20,40	28,75	38,42	52,68
LONGITUD	cm	6,00	7,80	10,60	11,30	1200	12,40	13,80
TASA DE ALIMENTACIÓN	%	10	10	10	8	8	8	8
MORTALIDAD	%	0	0	0,83	0	0,84	0	0
POBLACIÓN	N°	1200	1200	1190	1190	1180	1180	1180
BIOMASA	Kg	7,26	10,32	15,68	24,28	33,93	45,34	62,16
CANTIDAD DE ALIMENTO	Kg	-	10,16	14 45	21,96	27,19	38,00	50,78
F.C.A.	N°	-	3,3	2 7	2,6	2,8	3,3	3,0
PRODUCCIÓN	Kg/m <sup>2</sup>	0,18	0,26	0,39	0,61	0,85	1,13	1,55
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO	g/día	-	0,18	0,33	0,52	0,60	0,69	1,02
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EN LONGITUD	cm/día	-	0,13	020	0,05	0,05	0,03	0,10
SUPERVIVENCIA	%	100	100,00	99,17	99,17	98,33	98,33	98,33
FACTOR DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA	N°	2,96						
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EFECTIVO EN PESO	g/día	0,55						
TASA DE CRECIMIENTO ABSOLUTO EFECTIVO EN LONGITUD	cm/día	0,09						
SUPERVIVENCIA TOTAL	%	98,33						
PRODUCCIÓN EFECTIVA	Kg/m <sup>2</sup>	1,37						



**ANEXO 6. Cuadro general de los muestreos – peso**

ITEMS	MUESTREO													
N°	SIEMBRA		1		2		3		4		5		6	
FECHA	04-Ago		18-Ago		01-Set		15-Set		29-Set		13-Oct		27-Oct	
TRATAMIENTO	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2
R-1	6,75	5,58	12,62	8,64	19,60	13,04	33,82	20,15	49,60	28,25	70,12	36,60	98,58	52,62
R-2	6,64	5,81	11,94	8,56	20,32	13,32	34,62	20,64	47,20	29,25	68,88	40,24	99,02	52,74
PROMEDIO	6,70	5,70	12,28	8,64	19,96	13,18	34,22	20,40	48,40	28,75	69,50	38,42	98,80	52,68

**ANEXO 7. Cuadro general de los muestreos – longitud**

ITEMS	MUESTREO													
N°	SIEMBRA		1		2		3		4		5		6	
FECHA	04-Ago		18-Ago		01-Set		15-Set		29-Set		13-Oct		27-Oct	
TRATAMIENTO	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2	T-1	T-2
R-1	6,23	6,21	10,44	8,06	11,12	10,19	12,34	11,04	13,69	11,86	15,64	12,15	18,34	14,08
R-2	6,37	5,79	9,96	7,54	11,28	11,01	12,26	11,56	13,69	12,14	15,64	12,65	18,34	13,52
PROMEDIO	6,3	6	10,2	7,8	11,2	10,6	12,3	11,3	13,5	12	15,6	12,4	18,4	13,8

**ANEXO 8. Peso y longitud promedio de los muestreos TRATAMIENTO 1**

<b>N°</b>	<b>SIEMBRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>FECHA</b>	04-Ago	18-Ago	01-Set	15-Set	29-Set	13-Oct	27-Oct
<b>PESO</b>	6,70	12,28	19,96	34,22	48,4	69,5	98,8
<b>LONGITUD</b>	6,3	10,2	11,2	12,3	13,5	15,6	18,4
<b>FACTOR DE CONDICIÓN</b>	2,68	1,16	1,42	1,84	1,97	1,83	1,59

**ANEXO 9. Peso y longitud promedio de los muestreos TRATAMIENTO 2**

<b>N°</b>	<b>SIEMBRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>FECHA</b>	04-Ago	18-Ago	01-Set	15-Set	29-Set	13-Oct	27-Oct
<b>PESO</b>	5,70	8,6	13,18	20,4	28,75	38,42	52,68
<b>LONGITUD</b>	6	7,8	10,6	11,3	12	12,4	13,8
<b>FACTOR DE CONDICION</b>	2,64	1,81	1,11	1,41	1,66	2,02	2,00

**ANEXO 10. Descriptivos del crecimiento en peso promedio (g) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy .2018.**

**Descriptivos**

Crecimiento en peso

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	98,8000	0,31113	0,22000	96,0046	101,5954	98,58	99,02
30 peces/m <sup>2</sup>	2	52,6800	0,08485	0,06000	51,9176	53,4424	52,62	52,74
Total	4	75,7400	26,62805	13,31402	33,3688	118,1112	52,62	99,02

**ANEXO 11. Descriptivos de la tasa de crecimiento absoluto (g/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Tasa de crecimiento absoluto en peso

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	1,0850	0,00707	0,00500	1,0215	1,1485	1,08	1,09
30 peces/m <sup>2</sup>	2	0,5500	0,00000	0,00000	0,5500	0,5500	0,55	0,55
Total	4	0,8175	0,30891	0,15445	0,3260	1,3090	0,55	1,09

**ANEXO 12. Descriptivos de la biomasa promedio (Kg) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Biomasa

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	58,6900	0,18385	0,13000	57,0382	60,3418	58,56	58,82
30 peces/m <sup>2</sup>	2	62,1600	0,09899	0,07000	61,2706	63,0494	62,09	62,23
Total	4	60,4250	2,00703	1,00351	57,2314	63,6186	58,56	62,23

**ANEXO 13. Descriptivos de la longitud promedio (cm) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Crecimiento en longitud

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	18,3400	0,00000	0,00000	18,3400	18,3400	18,34	18,34
30 peces/m <sup>2</sup>	2	13,8000	0,39598	0,28000	10,2423	17,3577	13,52	14,08
Total	4	16,0700	2,63112	1,31556	11,8833	20,2567	13,52	18,34

**ANEXO 14. Descriptivos de la tasa de crecimiento absoluto en longitud (cm/día) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Tasa de crecimiento absoluto en longitud

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	0,1400	0,00000	0,00000	0,1400	0,1400	0,14	0,14
30 peces/m <sup>2</sup>	2	0,0900	0,00000	0,00000	0,0900	0,0900	0,09	0,09
Total	4	0,1150	0,02887	0,01443	0,0691	0,1609	0,09	0,14

**ANEXO 15. Descriptivos del factor de conversión alimenticia promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Factor de conversión alimenticia

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	2,4450	0,03536	0,02500	2,1273	2,7627	2,42	2,47
30 peces/m <sup>2</sup>	2	2,9300	0,09899	0,07000	2,0406	3,8194	2,86	3,00
Total	4	2,6875	0,28652	0,14326	2,2316	3,1434	2,42	3,00

**ANEXO 16. Descriptivos de la producción promedio (Kg/m<sup>2</sup>) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Producción Kg/m<sup>2</sup>

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	1,3650	0,00707	0,00500	1,3015	1,4285	1,36	1,37
30 peces/m <sup>2</sup>	2	1,3800	0,00000	0,00000	1,3800	1,3800	1,38	1,38
Total	4	1,3725	0,00957	0,00479	1,3573	1,3877	1,36	1,38

**ANEXO 17. Descriptivos de la supervivencia promedio (%) de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante, cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Supervivencia (%)

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	99,0000	0,28284	0,20000	96,4588	101,5412	98,80	99,20
30 peces/m <sup>2</sup>	2	98,3300	0,28284	0,20000	95,7888	100,8712	98,13	98,53
Total	4	98,6650	0,45052	0,22526	97,9481	99,3819	98,13	99,20

**ANEXO 18. Descriptivos del Factor de Condición (K) promedio de *Oreochromis niloticus* “tilapia nilótica”, etapa de levante cultivada a dos densidades en San Juan de Curumuy.2018.**

**Descriptivos**

Factor de condición

Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
15 peces/m <sup>2</sup>	2	3,7200	0,45255	0,32000	-0,3460	7,7860	3,40	4,04
30 peces/m <sup>2</sup>	2	6,6400	0,45255	0,32000	2,5740	10,7060	6,32	6,96
Total	4	5,1800	1,72588	0,86294	2,4337	7,9263	3,40	6,96



**ANEXO 19. Desagado de estanques**



**ANEXO 20. Limpieza del fondo del estanque**



**ANEXO 21. Limpieza de estanques**



**ANEXO 22. Encalado de diques**



**ANEXO 23. Encalado del fondo del estanque**



**ANEXO 24. Cambio de tubos y filtros**





**ANEXO 25. Red chinchorro para captura**



**ANEXO 26. Captura por arrastre de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 27. Captura de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 28. Extracción de la muestra**



**ANEXO 29. Selección de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 30. Conteo de *Oreochromis niloticus***





**ANEXO 31. Biometría (longitud) de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 32. Longitud de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 33. Biometría (peso) de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 34. Peso de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 35. Recambio de agua con motobomba**



**ANEXO 36. Limpieza superficial de agua**





**ANEXO 37. Llenado de estanque**



**ANEXO 38. Medición de transparencia disco Secchi**



**ANEXO 39. Medición de temperatura**



**ANEXO 40. Medición de Oxígeno disuelto y pH**



**ANEXO 41. Muestreo biométrico de *Oreochromis niloticus***

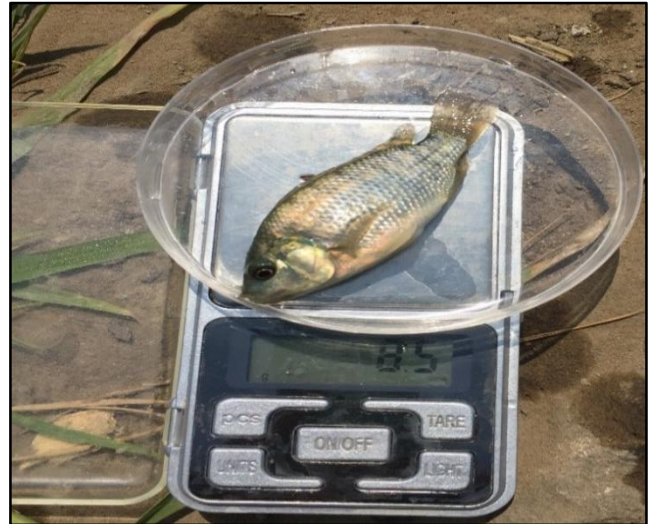


**ANEXO 42. *Oreochromis niloticus***





**ANEXO 43. Medida de peso de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 44. Peso de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 45. Medida de longitud de *Oreochromis niloticus***



**ANEXO 46. Longitud de *Oreochromis niloticus***





**ANEXO 47. Evolución del crecimiento de *Oreochromis niloticus* etapa de levante**